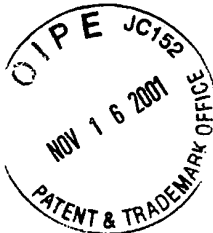


#2

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

[illegible]

Examiner: Unassigned

Group Art Unit: 2851

$$;$$

)

November 16, 2001

RECEIVED

NOV 29 2001

TC 1700

### CLAIM TO PRIORITY

Applicants hereby claim priority under the International Convention and all rights to which they are entitled under 35 U.S.C. § 119 based upon the following Japanese Priority Application:

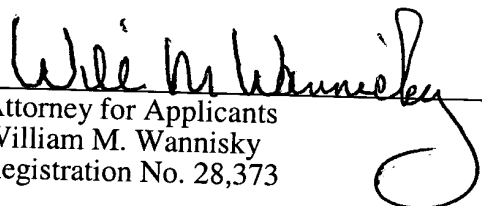
May 12, 2000

A certified copy of the priority document is enclosed.

RECEIVED  
NOV 23 1991  
TO 2800 MAIL ROOM

Applicants' undersigned attorney may be reached in our Washington, D.C. office by telephone at (202) 530-1010 All correspondence should continue to be directed to our address given below.

Respectfully submitted,

  
Attorney for Applicants  
William M. Wannisky  
Registration No. 28,373

FITZPATRICK, CELLA, HARPER & SCINTO  
30 Rockefeller Plaza  
New York, New York 10112-3801  
Facsimile: (212) 218-2200

WMW\tas

DC\_MAIN 74595 v 1

日本国特許  
JAPAN PATENT OFFICE

CFD 15344 US/ju  
Koji YAMAZAKI, et al.  
Appl. No. 09/84204,  
Filed 4/26/01  
GAU 2851

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されて  
いる事項と同一であることを証明する。  
This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed  
with this Office

出願年月日 NOV 16 2001  
Date of Application 2000年 5月12日

出願番号  
Application Number: 特願2000-140674

出願人  
Applicant(s): キヤノン株式会社

RECEIVED  
NOV 29 2001  
TC 1700

RECEIVED  
NOV 23 2001  
TC 2800 MAIL ROOM

2001年 5月30日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

及川耕造

出証番号 出証特2001-3046991

【書類名】 特許願

【整理番号】 3911044

【提出日】 平成12年 5月12日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 G03G 15/16

【発明の名称】 画像形成方法および感光体

【請求項の数】 23

【発明者】

【住所又は居所】 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社  
社内

【氏名】 山崎 晃司

【発明者】

【住所又は居所】 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社  
社内

【氏名】 小林 廣行

【発明者】

【住所又は居所】 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社  
社内

【氏名】 河田 将也

【発明者】

【住所又は居所】 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社  
社内

【氏名】 唐木 哲也

【発明者】

【住所又は居所】 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社  
社内

【氏名】 大脇 弘憲

【特許出願人】

【識別番号】 000001007

【氏名又は名称】 キヤノン株式会社

【代理人】

【識別番号】 100088328

【弁理士】

【氏名又は名称】 金田 暢之

【電話番号】 03-3585-1882

【選任した代理人】

【識別番号】 100106297

【弁理士】

【氏名又は名称】 伊藤 克博

【選任した代理人】

【識別番号】 100106138

【弁理士】

【氏名又は名称】 石橋 政幸

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 089681

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 画像形成方法および感光体

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 珪素を母体とする非単結晶材料からなる光導電層と、非単結晶材料で構成された表面層とが、円柱状の導電性基体の外周面上に積層されている感光体と、該感光体と表面同士が当接するように配置されている、円柱状の中間転写体とを有し、前記感光体と前記中間転写体とを定常状態において実質的に一定の相対速度で回転駆動する画像形成装置を用い、

該感光体の表面を帯電させる帯電工程と、

該帯電工程で帯電された表面上に露光を行って静電潜像を形成する潜像形成工程と、

該潜像形成工程で静電潜像が形成された表面上にトナーを付着させることによりトナー像を形成する現像工程と、

該現像工程で形成された前記トナー像を前記中間転写体上に転写する転写工程とを有し

前記帯電工程と前記潜像形成工程と前記現像工程と前記転写工程とを複数回繰り返して前記中間転写体上に複数の前記トナー像を重ねて形成し、こうして前記中間転写体上に重ねて形成された前記トナー像を転写して記録材上に画像を形成する、電子写真方式の画像形成方法であって、

前記感光体と前記中間転写体とが当接する部位の温度が  $15 \sim 60^{\circ}\text{C}$  であり、前記定常状態において、前記感光体と前記中間転写体との間に生じる動摩擦力の標準偏差である動摩擦偏差が、該動摩擦力の平均値より小さいことを特徴とする画像形成方法。

【請求項 2】 前記感光体と前記中間転写体とを当接させる方向の、その当接面の長手方向の単位長さあたりに加える力を当接線圧とすると、該当接面の長手方向の単位長さ当たりの前記動摩擦偏差の、前記当接線圧の変化に対する変化率である動摩擦偏差係数が  $0.1$  以下である請求項 1 に記載の画像形成方法。

【請求項 3】 前記感光体と前記中間転写体とが当接する部位の温度を  $15^{\circ}\text{C}$  から  $60^{\circ}\text{C}$  まで変化させた時の、前記動摩擦偏差係数の変動幅が  $0.02$  以下

である請求項 1 または 2 に記載の画像形成方法。

【請求項 4】 前記表面層が、珪素および／または炭素を母体とする非単結晶材料からなり、かつ、前記感光体と前記中間転写体とが当接する部位の温度を 1 5℃ から 6 0℃ まで変化させた時の、前記動摩擦偏差係数の変動幅が 0. 0 1 以下である請求項 1 から 3 のいずれか 1 項に記載の画像形成方法。

【請求項 5】 前記光導電層の、少なくとも前記潜像形成工程で露光される部分で、温度変化に対する暗部帯電能の変化率が ± 2 % /℃ の範囲内である請求項 1 から 4 のいずれか 1 項に記載の画像形成方法。

【請求項 6】 前記光導電層の、少なくとも前記潜像形成工程で露光される部分で、価電子帯のテイル準位の指数関数的エネルギー分布の特性エネルギーが 5 0 ~ 7 0 m e V である請求項 5 に記載の画像形成方法。

【請求項 7】 前記感光体の表面の、J I S 中心線平均粗さが 0. 0 1 μ m ~ 0. 9 μ m であり、かつ、X 方向に延びる曲線の x 点での Y 方向の高さを y としたときに、

【数 1】

$$\Delta a = \frac{1}{\ell} \int_0^{\ell} \left| \frac{dy}{dx} \right| dx$$

で与えられる平均傾斜 Δ a が 0. 0 0 1 ~ 0. 0 6 である請求項 1 から 6 のいずれか 1 項に記載の画像形成方法。

【請求項 8】 珪素を母体とする非単結晶材料からなる光導電層と、非単結晶材料で構成された表面層とが、円柱状の導電性基体の外周面上に積層されている複数の感光体と、記録材を保持し該記録材を複数の前記感光体の表面に順次当接させつつ搬送する転写ベルトとを有し、前記感光体と前記記録材とを定常状態において実質的に一定の相対速度で動かす画像形成装置を用い、

該感光体の表面を帯電させる帯電工程と、

該帯電工程で帯電された表面上に露光を行って静電潜像を形成する潜像形成工程と、

該潜像形成工程で静電潜像が形成された表面上にトナーを付着させることによ

りトナー像を形成する現像工程と、

該現像工程で形成された前記トナー像を前記記録材上に転写する転写工程と、  
前記帯電工程と前記潜像形成工程と前記現像工程と前記転写工程とを複数の前記感光体について繰り返して、前記記録材上に複数の前記トナー像を重ねて形成する、電子写真方式の画像形成方法であって、

前記感光体と前記記録材とが当接する部位の温度が  $15 \sim 60^{\circ}\text{C}$  であり、前記定常状態において、前記感光体と前記記録材との間に生じる動摩擦力の標準偏差である動摩擦偏差が該動摩擦力の平均値より小さいことを特徴とする画像形成方法。

【請求項 9】 前記感光体と前記記録材とを当接させる方向の、その当接面の長手方向の単位長さあたりに加える力を当接線圧とするとき、該当接面の長手方向の単位長さ当たりの前記動摩擦偏差の、前記当接線圧の変化に対する変化率である動摩擦偏差係数が、 $0.1$  以下である請求項 8 に記載の画像形成方法。

【請求項 10】 前記感光体と前記中間転写体とが当接する部位の温度を  $15^{\circ}\text{C}$  から  $60^{\circ}\text{C}$  まで変化させた時の、前記動摩擦偏差係数の変動幅が  $0.02$  以下である請求項 8 または 9 に記載の画像形成方法。

【請求項 11】 前記表面層が、珪素および／または炭素を母体とする非単結晶材料からなり、かつ、前記感光体と前記記録材とが当接する部位の温度を  $15^{\circ}\text{C}$  から  $60^{\circ}\text{C}$  まで変化させた時の、前記動摩擦偏差係数の変動幅が  $0.01$  以下である請求項 8 から 10 のいずれか 1 項に記載の画像形成方法。

【請求項 12】 前記光導電層の、少なくとも前記潜像形成工程で露光される部分で、温度変化に対する暗部帯電能の変化率が  $\pm 2\%/^{\circ}\text{C}$  の範囲内である請求項 8 から 11 のいずれか 1 項に記載の画像形成装置。

【請求項 13】 前記光導電層の、少なくとも前記潜像形成工程で露光される部分で、価電子帯のテイル準位の指数関数的エネルギー分布の特性エネルギーが  $50 \sim 70 \text{ meV}$  である請求項 12 に記載の画像形成方法。

【請求項 14】 前記感光体の表面の、JIS 中心線平均粗さが  $0.01 \mu\text{m} \sim 0.9 \mu\text{m}$  であり、かつ、X 方向に延びる曲線の x 点での Y 方向の高さを y としたときに、



【数 2】

$$\Delta a = \frac{1}{\ell} \int_0^{\ell} \left| \frac{dy}{dx} \right| dx$$

で与えられる平均傾斜  $\Delta a$  が  $0.001 \mu m \sim 0.06 \mu m$  である請求項 8 から 13 のいずれか 1 項に記載の画像形成方法。

【請求項 15】 表面を一様に帯電され、表面に露光されることにより、表面に静電潜像を形成し、該静電潜像上にトナーが付着されてトナー像が形成され、該トナー像を、定常状態において実質的に一定の相対速度を持った状態で当接される被転写物に転写する、電子写真方式の画像形成装置に用いられる感光体であって、

珪素を母体とする非単結晶材料からなる光導電層と、非単結晶材料で構成された表面層とを有し、前記感光体と前記被転写物とが当接する部位の温度が  $15 \sim 60^\circ C$  であるとき、前記定常状態において、前記感光体と前記被転写物との間に生じる動摩擦力の標準偏差である動摩擦偏差が、該動摩擦力の平均値より小さいことを特徴とする感光体。

【請求項 16】 前記感光体と前記中間転写体とを当接させる方向の、その当接面の長手方向の単位長さあたりに加える力を当接線圧とするととき、該当接面の長手方向の単位長さ当たりの前記動摩擦偏差の、前記当接線圧の変化に対する変化率である動摩擦偏差係数が、 $0.1$  以下である請求項 15 に記載の感光体。

【請求項 17】 前記感光体と前記被転写物とが当接する部位の温度を  $15^\circ C$  から  $60^\circ C$  まで変化させた時の、前記動摩擦偏差係数の変動幅が  $0.02$  以下である請求項 15 または 16 に記載の感光体。

【請求項 18】 前記表面層が、珪素および／または炭素を母体とする非単結晶材料からなり、かつ、前記感光体と前記被転写物とが当接する部位の温度を  $15^\circ C$  から  $60^\circ C$  まで変化させた時の、前記動摩擦偏差係数の変動幅が  $0.01$  以下である請求項 15 から 17 のいずれか 1 項に記載の感光体。

【請求項 19】 前記光導電層の、少なくとも露光される部分で、温度変化に対する暗部帯電能の変化率が  $\pm 2\%/^\circ C$  の範囲内である請求項 15 から 18 のいずれか 1 項に記載の感光体。

【請求項 2 0】 前記光導電層の、少なくとも露光される部分で、価電子帯のテイル準位の指数関数的エネルギー分布の特性エネルギーが 5 0 ~ 7 0 m e V である請求項 1 9 に記載の感光体。

【請求項 2 1】 前記感光体の表面の、J I S 中心線平均粗さが 0 . 0 1 μ m ~ 0 . 9 μ m であり、かつ、X 方向に延びる曲線の x 点での Y 方向の高さを y としたときに、

【数 3】

$$\Delta a = \frac{1}{\ell} \int_0^{\ell} \left| \frac{dy}{dx} \right| dx$$

で与えられる平均傾斜 Δ a が 0 . 0 0 1 ~ 0 . 0 6 である請求項 1 5 から 2 0 のいずれか 1 項に記載の感光体。

【請求項 2 2】 珪素を母体とする非単結晶材料からなる光導電層と、非単結晶材料で構成された表面層とが、円柱状の導電性基体の外周面上に積層されている感光体と、該感光体の表面を帯電させる帯電器と、帯電された表面上に露光を行って静電潜像を形成する画像露光手段と、潜像工程で静電潜像が形成された表面上にトナーを付着させることによりトナー像を形成する現像器と、前記感光体と表面同士が当接するように配置されている円柱状の中間転写体とを有する画像形成装置であって、

請求項 1 ~ 7 のいずれか 1 項に記載の画像形成方法により画像形成を行う画像形成装置。

【請求項 2 3】 珪素を母体とする非単結晶材料からなる光導電層と、非単結晶材料で構成された表面層とが、円柱状の導電性基体の外周面上に積層されている複数の感光体と、該感光体の表面を帯電させる帯電器と、帯電された表面上に露光を行って静電潜像を形成する画像露光手段と、潜像工程で静電潜像が形成された表面上にトナーを付着させることによりトナー像を形成する現像器と、記録材を保持し、該記録材を複数の前記感光体の表面に順次当接させつつ搬送する転写ベルトとを有する画像形成装置であって、

請求項 8 ~ 1 4 のいずれか 1 項に記載の画像形成方法により画像形成を行う画

像形成装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は第1に、感光体層に非単結晶シリコン系感光体を用い、特にこの感光体層上に非単結晶炭素の積層表面層を設けた感光体（以下、a-Si感光体）を用い、この感光体を第1の画像担持体とし、この第1の画像担持体上にトナー像を形成する工程と、このトナー像を一旦中間転写体上に転写させる工程と、その後トナー像を第2の画像担持体、例えば転写紙上にさらに転写させ画像形成物を得る工程とを有する、複写機、プリンター、ファックスなどに用いられる画像形成方法に関する。

【0002】

第2に、感光体としてa-Si感光体を用い、この感光体上にトナー像を形成する工程と、このトナー像を転写ベルト上に保持された転写紙に転写して画像形成物を得る工程とを有する、複写機、プリンター、ファックスなどに用いられる画像形成方法に関する。

【0003】

第3に、これらの方法に好適な感光体、特に感光体ヒータを要さない感光体に関する。

【0004】

【従来の技術】

電子写真プロセスを利用した画像形成装置としては、カラー画像情報や多色画像情報を複数の色成分に分解し、各色成分の画像に対応して感光体表面に形成した静電潜像上にその色成分のトナー像を形成し、この色成分のトナー像を一旦中間転写体に転写し、この中間転写体に転写したこの色成分のトナー像の上に、さらに他の色成分のトナー像を重畳転写して合成カラー画像を形成する画像形成装置が知られている。このような中間転写体を用いた画像形成装置は、カラー画像形成装置や多色画像形成装置、またはカラー画像形成機能や多色画像形成機能を具備した画像形成装置として有効であり、各成分色画像の重ね合わせのズレ（色

ズレ) が非常に小さい画像を得ることが可能である。そこで、このような画像形成装置を用いたカラー複写機、カラープリンターなどが、すでに市場に供給され始めている。

【 0 0 0 5 】

また、転写ベルトに保持され搬送される記録材上に、カラー画像情報や多色画像情報の複数の成分色画像を順次直接積層転写することにより、カラー画像や多色画像が合成再現された画像形成物を出力する画像形成装置が知られている。このような転写ベルトを使用した画像形成装置は、カラー画像形成装置や多色画像形成装置として有効である。また、転写ベルトを使用した画像形成装置は、画像を高速で形成する画像形成装置として有効である。

【 0 0 0 6 】

中間転写体または転写ベルトを用いた画像形成装置は、例えば特開平 8 - 3 2 0 5 9 1、特開平 8 - 2 1 1 7 5 7、特開平 8 - 1 6 0 7 5 9 などに開示されている。

【 0 0 0 7 】

【発明が解決しようとする課題】

感光体として a - S i 感光体を用いた場合、a - S i 感光体は、高温環境下において感光体表面が吸湿し、これによりトナー像が流れたようになって形成画像が乱れる、画像流れが発生しやすいことが知られている。感光体表面に付着して画質に影響を及ぼすのはトナーばかりではなく、記録材として殆どの場合に利用される紙から発生する微細な紙粉、これから析出する有機質成分、装置内の高压部材の存在に起因して発生するコロナ生成物などの感光体表面に付着した異物が、特に高温環境下において低抵抗化して鮮明な静電潜像の形成を妨げ、このことが画質の劣化を招く要因になると考えられている。このような画像流れの防止策としては、終日通電方式の感光体ヒータを設けて感光体表面での吸湿を抑止する方法が最も一般的に用いられている。

【 0 0 0 8 】

しかし、このような画像形成装置に対しては、社会的要請として、種々の製品に対して要求されているのと同様に、ブルーエンジェルやエナジースタープログ

ラムに見られる様な省エネの達成や廃棄物の低減、解消といった環境性の向上が希求されている。そこで、待機電力が必要な、前述のような終日通電方式の感光体ヒータを用いることなく、 $a-Si$  感光体の画像流れに対応できる方法が求められている。また、廃棄物を低減するために、感光体をはじめ、中間転写体または転写ベルトなどの電子写真装置の各部材を長寿命にする方法も強く求められている。

## 【0009】

また、 $a-Si$  感光体は、非常に硬度が高く（ビッカース硬度  $1500 \sim 2000 \text{ kg/mm}^2$ ）、他の有機感光体、セレン系感光体（ビッカース硬度  $50 \sim 150 \text{ kg/mm}^2$ ）などに比べ表面摩耗量が桁違いに少ない（数万枚の画像形成による摩耗量は数  $\text{nm}$ ）。有機感光体、セレン系感光体などでは、トナーの融着、異物の付着が発生しても、感光体の表面が摩耗して絶えずフレッシュな表面が現れることにより影響が緩和されるのに対して、表面があまり摩耗しない  $a-Si$  感光体では、構成によっては著しいトナーの融着、異物の付着が発生してしまう危険がある。また、わずかでもトナーの融着、異物の付着が発生することにより、クリーニングブレードなどの、感光体表面に直接当接する部材との滑り性が大きく変動し、その結果、振動（ビビリ振動と通称される）が発生したり加わる負荷が片寄ったりして頻繁にクリーニング不良が発生するという問題発生危険がある。

## 【0010】

中間転写体または転写ベルトは、当接ニップ幅数  $\text{mm}$ 、当接圧  $5 \sim 1000 \text{ g/cm}^2$  ( $0.49 \sim 98.1 \text{ kPa}$ ) で感光体と当接して使用される。この中間転写体または転写ベルトは、トナーおよび紙粉を含む転写紙との間で当接、剥離を繰り返し、これにより微小振動が発生することがある。この振動が著しい場合には、トナー像を転写する際にぶれやずれが発生して直接的に画質が低下してしまう。それほど振動が激しくない場合でも、振動エネルギーが発生することにより、感光体および転写体または転写ベルトへの、トナーの融着、フィルミング、転写紙含有タルクや紙粉の付着が発生して、帯状、斑点状の画像不良が生じたり、また感光体表面が高温高湿環境（ $30^\circ\text{C}$ 、 $80\% \text{ RH}$ 以上）になって画像流れ

が発生したりするという問題の発生が助長される。このような融着、付着現象は、感光体の、中間転写体または転写ベルトとの当接（ニップ）部で顕著に現れる。

【 0 0 1 1 】

そこで従来、こうした問題に対しては、主に、中間転写体または転写ベルトの材質、形状や、当接、展張条件などを変えることにより対処していた。しかしながら、a-Si感光体について、微小振動や融着、付着の発生を抑止するための考慮がなされておらず、このため対応が不十分で、問題の完全な解決には至っていないかった。

【 0 0 1 2 】

また近年、電子写真方式の画像形成装置は、複写機としての機能のみを有するものだけではなく、プリンターとしての機能をも有するものが広く使用されるようになっており、またフィーダ機能、ソータ機能といったアプリケーションの充実も進んできている。これにより、一度のジョブで連続して4000枚以上の記録材に画像を形成させるような使い方もできるようになってきている。このような使い方をした場合、たとえば、50枚（A4）／分での画像形成が可能な画像形成装置で4000枚（A4）以上の画像形成を行えば、単純に試算しても80分以上にわたって連続動作が行われることになる。このように長時間にわたって連続動作を行うと、感光体近傍の雰囲気温度は50℃近くにまで上昇し、中間転写体または転写ベルトと感光体との当接部では、それ以上の温度に達すると考えられる。前述の微小振動の発生に加え、この当接部の温度上昇が、感光体上へのトナー融着の発生をさらに助長してしまう。

【 0 0 1 3 】

また、a-Si感光体の寿命は半永久的であり、複写機に使用された感光体において300～500万枚の画像形成を行うことが可能な耐久性を有していることが確認されている。したがって、省資源の観点からも、ランニングコスト低減の観点からも、a-Si感光体と共に用いられる周辺部材である中間転写体または転写ベルトについても長寿命であることが強く求められる。しかし、中間転写体または転写ベルトがa-Si感光体と当接、剥離を繰り返して発生する微小振

動に起因して、中間転写体または転写ベルトが疲労、劣化することに対して、従来は十分な対応方法が明らかではなく、中間転写体または転写ベルトを飛躍的に長寿命にすることができなかった。

【0014】

特開平5-45916には中間転写体の寿命を延ばすために、中間転写材の材料としてa-Si感光体を使用する旨の開示、および40℃以上の状態で行われる工程における、静電潜像の耐久安定性に関する開示がなされている。

【0015】

また、特開平6-308755には、中間転写体の寿命を延ばすために、アモルファスカーボン(a-C)表面層を形成する旨の開示および耐久性向上に関する開示が成されている。

【0016】

そこで、本発明の第1の目的は、中間転写体または転写ベルトがa-Si感光体と当接、剥離を繰り返すことで発生する微少振動により転写ぶれが発生することを防止し、また、感光体表面へのトナー融着や紙粉などの付着に起因する画像流れを防止することができる画像形成方法を提供することにある。

【0017】

本発明の第2の目的は、中間転写体、転写ベルトを高速で稼動可能にでき、かつ長寿命にすることができ、また、中間転写体、転写ベルトの材料、構成の自由度を容易に確保可能な画像形成方法を提供することにある。

【0018】

本発明の第3の目的は、感光体のヒータ加温を不要として待機電力を低減するなど、環境問題に好適に適應できる画像形成方法を提供することにある。

【0019】

【課題を解決するための手段】

前記の課題を解決するため、本発明による画像形成方法は、珪素を母体とする非単結晶材料からなる光導電層と、非単結晶材料で構成された表面層とが、円柱状の導電性基体の外周面上に積層されている感光体と、感光体の曲面に曲面が当接されて配置された、円柱状の中間転写体とを有し、感光体と中間転写体とを定

常状態において実質的に一定の相対速度で回転駆動する画像形成装置を用い、感光体の表面を帯電させる帯電工程と、帯電工程で帯電された表面上に露光を行って静電潜像を形成する潜像形成工程と、

潜像形成工程で静電潜像が形成された表面上にトナーを付着させることによりトナー像を形成する現像工程と、

現像工程で形成されたトナー像を中間転写体上に転写する転写工程とを有し、帯電工程と潜像形成工程と現像工程と転写工程とを複数回繰り返して中間転写体上に複数のトナー像を重ねて形成し、こうして中間転写体上に重ねて形成されたトナー像を転写して記録材上に画像を形成する、電子写真方式の画像形成方法であって、

感光体と中間転写体とが当接する部位の温度が  $15 \sim 60^{\circ}\text{C}$  であり、定常状態において、感光体と中間転写体との間に生じる動摩擦力の標準偏差である動摩擦偏差が、その動摩擦力の平均値より小さいことを特徴とする。

【 0 0 2 0 】

この画像形成方法によれば、中間転写体と感光体とが、相対速度を持って当接される定常状態において、当接剥離を繰り返すことによって生じる微小振動を抑えて、微小振動に起因して生じる転写ぶれを防止でき、また、感光体表面へのトナーの融着や異物の付着を抑え、画像流れの発生を抑止できる。また、微小振動に起因する中間転写体の劣化を抑止できる。当接部の温度、動摩擦偏差を上記の範囲内にすることは、例えば、感光体、中間転写の材料を変えるなどすることにより実現できる。

【 0 0 2 1 】

さらに、感光体と中間転写体とを当接させる方向の、その当接面の長手方向の単位長さあたりに加える力を当接線圧とすると、当接面の長手方向の単位長さあたりの動摩擦偏差の、当接線圧の変化に対する変化率である動摩擦偏差係数を、0.1 以下になるようにすることにより、より効果的に微小振動を抑えることができる。

【 0 0 2 2 】



感光体と中間転写体とが当接する部位の温度を $15^{\circ}\text{C}$ から $60^{\circ}\text{C}$ まで変化させた時の、動摩擦偏差係数の変動幅を $0.02$ 以下になるようにすることにより、摩擦により発生する熱やその他の外的要因によって、当接部位の温度が多少変動しても、動摩擦偏差が大きくならないようにでき、効果的に微小振動を抑えることができる。

【0023】

特に、感光体に、珪素および／または炭素を母体とする非単結晶材料からなる表面層を設け、感光体と中間転写体とが当接する部位の温度を $15^{\circ}\text{C}$ から $60^{\circ}\text{C}$ まで変化させた時の、動摩擦偏差係数の変動幅が $0.01$ 以下になるようにしたときに、より効果的に微小振動を抑えられる。

【0024】

また、光導電層の、少なくとも潜像形成工程で露光される部分で、温度変化に対する暗部帯電能の変化率が $\pm 2\%/^{\circ}\text{C}$ の範囲内になるようにすれば、潜像形成、トナー像形成、クリーニングに関する感光体の特性が環境に大きな影響を受けずに安定するようにでき、これらを良好に実施できる。暗部帯電能の変化率を $\pm 2\%/^{\circ}\text{C}$ の範囲内になるようにするために、価電子帯のテイル準位の指数関数的エネルギー分布の特性エネルギーが $50\sim 70\text{ meV}$ になるようにすることが望ましい。特性エネルギーを上記の範囲内にすることは、例えば、感光体の感光層の材料や成膜速度などの成膜条件を変えるなどすることにより実現できる。

【0025】

また、感光体の表面の、JIS中心線平均粗さが $0.01\mu\text{m}\sim 0.9\mu\text{m}$ になるようにし、平均傾斜 $\Delta a$ が $0.001\sim 0.06$ になるようにすることにより、フィルミング膜の形成やトナーの融着を抑止することができる。JIS中心線平均粗さや平均傾斜を上記の範囲内にすることは、例えば、感光体の表面層の材料や成膜速度などの成膜条件を変えるなどすることにより実現できる。

【0026】

また、本発明による画像形成方法は、珪素を母体とする非単結晶材料からなる光導電層と、非単結晶材料で構成された表面層とが、円柱状の導電性基体の外周面上に積層されている複数の感光体と、記録材を保持し記録材を複数の感光体の

表面に順次当接させつつ搬送する転写ベルトとを有し、感光体と記録材とを定常状態において実質的に一定の相対速度で動かす画像形成装置を用い、

感光体の表面を帯電させる帯電工程と、

帯電工程で帯電された表面上に露光を行って静電潜像を形成する潜像形成工程と、

潜像形成工程で静電潜像が形成された表面上にトナーを付着させることによりトナー像を形成する現像工程と、

現像工程で形成されたトナー像を記録材上に転写する転写工程と、

帯電工程と潜像形成工程と現像工程と転写工程とを複数の感光体について繰り返して、記録材上に複数のトナー像を重ねて形成する、電子写真方式の画像形成方法に対しても、感光体と中間転写体との当接条件を、感光体と転写ベルトに保持された記録材との当接条件に置き換えて適用可能である。

【 0 0 2 7 】

本発明による感光体は、表面を一様に帯電され、表面に露光されることにより、表面に静電潜像を形成し、静電潜像上にトナーが付着されてトナー像が形成され、トナー像を、定常状態において実質的に一定の相対速度を持った状態で当接される被転写物に転写する、電子写真方式の画像形成装置に用いられる感光体であって、

珪素を母体とする非単結晶材料からなる光導電層と、非単結晶材料で構成された表面層とを有し、感光体と被転写物とが当接する部位の温度が 1 5 ～ 6 0 ℃ であるとき、定常状態において、感光体と被転写物との間に生じる動摩擦力の標準偏差である動摩擦偏差が動摩擦力の平均値より小さいことを特徴とする。

【 0 0 2 8 】

本発明による画像形成装置は、珪素を母体とする非単結晶材料からなる光導電層と、非単結晶材料で構成された表面層とが、円柱状の導電性基体の外周面上に積層されている感光体と、感光体の表面を帯電させる帯電器と、帯電された表面上に露光を行って静電潜像を形成する画像露光手段と、潜像工程で静電潜像が形成された表面上にトナーを付着させることによりトナー像を形成する現像器と、感光体と表面同士が当接するように配置されている、円柱状の中間転写体、また

は記録材を保持し、記録材を複数の感光体の表面に順次当接させつつ搬送する転写ベルトとを有する画像形成装置であって、前述のような画像形成方法により画像形成を行うことを特徴とする。

【 0 0 2 9 】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施形態を図面を参照して詳細に説明する。最初に、一般的な、電子写真方式の画像形成装置の全体の構成について説明する。

【 0 0 3 0 】

(中間転写体を用いた電子写真装置)

中程度の抵抗の弾性ローラである中間転写体 2 0 を用いて転写を行う、電子写真プロセスを利用したカラー画像形成装置(複写機またはレーザービームプリンター)の一例の模式図を図 1 に示す。

【 0 0 3 1 】

この画像形成装置は、表面に静電潜像が形成され、この静電潜像上にトナーが付着されてトナー像が形成される第 1 の画像担持体である、繰り返し使用される電子写真感光体からなる、回転ドラム型の感光体ドラム 1 を有している。感光体ドラム 1 の周りには、感光体ドラム 1 の表面を所定の極性・電位に一樣に帯電させる 1 次帯電器 2 と、帯電された感光体ドラム 1 の表面に画像露光 3 を行って静電潜像を形成する、不図示の画像露光装置とが配置されている。また、形成された静電潜像上にトナーを付着させて現像する現像器として、マゼンタトナー M を付着させる第 1 現像器 4 1 と、シアントナー C を付着させる第 2 現像器 4 2 と、イエロートナー Y を付着させる第 3 現像器 4 3 と、ブラックトナー B を付着させる第 4 現像器 4 4 とが配置されている。さらに、中間転写体 2 0 にトナー像を転写した後、感光体ドラム 1 上をクリーニングする感光体クリーナ 1 4 が設けられている。

【 0 0 3 2 】

中間転写体 2 0 は、感光体ドラム 1 に当接して回転可能なように配置されており、パイプ状の芯金 2 1 と、芯金 2 1 の外周面に形成された弾性層 2 2 とを有している。芯金 2 1 には、感光体ドラム 1 上に形成されたトナー像を中間転写体に

転写するための一次転写バイアスを印加するバイアス電源 6 1 が接続されている。中間転写体 2 0 の周りには、中間転写体 2 0 に転写されたトナー像を記録材 2 4 にさらに転写するための転写ローラ 2 5 が、中間転写体 2 0 の回転軸に平行に軸支されて中間転写体 2 0 の下面部に接触するように設けられている。また、中間転写体 2 0 上のトナー像を記録材 2 4 に転写した後、中間転写体 2 0 の表面上に残留した転写残トナーをクリーニングするための転写体クリーナ 3 5 が設けられている。転写ローラ 2 5 には、中間転写体 2 0 上のトナー像を記録材 2 4 に転写するための二次転写バイアスを印加するバイアス電源 2 9 が接続されている。

【0 0 3 3】

またこの画像形成装置は、画像が形成される複数の記録材 2 4 を保持する給紙カセット 9 と、記録材 2 4 を給紙カセット 9 から転写体 2 0 と転写ローラ 2 5 との当接ニップ部を介して搬送する搬送機構とが設けられている。記録材 2 4 の搬送経路上には、記録材 2 4 上に転写されたトナー像を記録材 2 4 上に定着させる定着器 1 5 が配置されている。

【0 0 3 4】

一時帯電器 2 としてはコロナ放電器などが用いられる。画像露光装置としては、カラー原稿画像の色分解・結像露光光学系や、画像情報の時系列電気デジタル画素信号に対応して変調されたレーザービームを出力するレーザースキャナによる走査露光系などが用いられる。バイアス電源 6 1 からは、トナーとは逆極性（+）の、例えば + 2 k V ~ + 5 k V の範囲の電圧が印加される。

【0 0 3 5】

次に、この画像形成装置の動作について説明する。

【0 0 3 6】

まず、図 1 に矢印で示すように、感光体ドラム 1 が、時計方向に所定の周速度（プロセススピード）で回転駆動され、中間転写体 2 0 が、反時計方向に、感光体ドラム 1 と同じ周速度で回転駆動される。

【0 0 3 7】

感光体ドラム 1 は、回転過程で、1 次帯電器 2 により所定の極性・電位に一樣に帯電処理され、次いで、画像露光 3 を受け、これにより感光体ドラム 1 の表面

上には、目的のカラー画像の第1の色成分像（例えばマゼンタ成分像）に対応した静電潜像が形成される。次いで、その静電潜像が第1現像器41により第1色であるマゼンタトナーMにより現像される。この時、第2現像器42、第3現像器43、第4現像器44は、作動オフになっていて感光体ドラム1には作用せず、第1色のマゼンタトナー像に影響を与えることはない。

【0038】

このようにして、感光体ドラム1上に形成担持された第1色のマゼンタトナー像は、感光体ドラム1と中間転写体20とのニップ部を通過する過程で、バイアス電源61から印加される一次転写バイアスにより形成される電界により、中間転写体20の外周面に順次中間転写される。

【0039】

中間転写体20に第1色のマゼンタトナー像を転写し終えた感光体ドラム1の表面は、感光体クリーナ14によりクリーニングされる。次に、感光体ドラム1の清掃された表面上に、第1色のトナー像の形成と同様に、第2色のトナー像（例えばシアントナー像）が形成され、この第2色のトナー像が、第1色のトナー像が転写された中間転写体20の表面上に重畳転写される。以下同様に、第3色のトナー像（例えばイエロートナー像）、第4色のトナー像（例えばブラックトナー像）が中間転写体20上に順次重畳転写され、目的のカラー画像に対応した合成カラートナー像が形成される。

【0040】

次に、給紙カセット9から中間転写体20と転写ローラ25との当接ニップ部に所定のタイミングで記録材24が給送され、転写ローラ25が中間転写体20に当接されると共に、二次転写バイアスがバイアス電源29から転写ローラ25に印加されることにより、中間転写体20上に重畳転写された合成カラートナー像が、第2の画像担持体である記録材24に転写される。記録材24へのトナー像の転写終了後、中間転写体20上の転写残トナーは中間転写体クリーナ35によりクリーニングされる。トナー像が転写された記録材24は定着器15に導かれ、ここで記録材24上にトナー像が加熱定着される。

【0041】

本画像形成装置の動作において、感光体ドラム 1 から中間転写体 2 0 への第 1 ～第 4 色のトナー像の順次転写実行時には、転写ローラ 2 5 および中間転写体クリーナ 3 5 は中間転写体 2 0 から離間させるようにしてもよい。

【0 0 4 2】

このような中間転写体を用いた電子写真によるカラー画像形成装置は、従来見られた、例えば特開昭 6 3 - 3 0 1 9 6 0 号公報に開示されているような、転写ドラム上に記録材を張り付けまたは吸着して固定し、この記録材の表面上に、画像担持体上から複数色の画像を繰り返し重ね合わせて転写する画像形成装置に比べて、以下の点で優れている。

【0 0 4 3】

第一に、重ね合わせ時の各色のトナー像の形成位置がずれる色ズレが少ない。

【0 0 4 4】

また、図 1 に示すように、記録材 2 4 をなんら加工、制御（例えばグリッパーに把持する、吸着する、曲率を持たせるなど）する必要なしに、中間転写体 2 0 からトナー像を転写させることができ、記録材 2 4 として多種多様なものを用いることができる。例えば、薄い紙（ $40\text{ g/m}^2$ 紙）から厚い紙（ $200\text{ g/m}^2$ 紙）までの種々の厚みのものを選択して記録材 2 4 として使用可能である。また、幅の広狭または長さの長短によらず種々の大きさのものを記録材 2 4 として使用可能である。さらには、封筒、ハガキ、ラベル紙などを記録材 2 4 として使用可能である。

【0 0 4 5】

また、中間転写体 2 0 に剛性が優れたものを用いることができ、こうすることにより、繰り返し使用によるへこみ、ひずみ、変形などを抑えて、寸法精度の狂いの発生を抑制でき、さらに、中間転写体 2 0 の交換頻度を少なくすることができる。

【0 0 4 6】

このように、中間転写体 2 0 を用いた画像形成装置には種々の利点がある。

【0 0 4 7】

（転写ベルトを用いた電子写真装置）

次に、記録材 P を保持する転写ベルト 8 を有し、転写ベルト 8 上で記録材への転写を行う、電子写真方式のカラー画像形成装置の一例について図 2 を参照して簡単に説明する。

【 0 0 4 8 】

このカラー画像形成装置は、例えばイエロー、マゼンタ、シアンおよびブラックの各色の可視画像（トナー像）を形成可能な第 1 ～第 4 の 4 つの画像形成部 P a、P b、P c、P d が直線的に並んで配列された構成を有している。このカラー画像形成装置は、記録材 P を、給紙部からレジストローラ 1 3 を介して転写ベルト 8 上に給送してこの上に保持し、このベルト 8 の、図 2 の矢印方向への移動に伴って各画像形成部 P a ～ P d の転写領域に順次搬送し、この際、記録材 P 上に複数色のトナー像を重ね合わせてカラー画像を形成するものである。

【 0 0 4 9 】

各画像形成部 P a ～ P d には、各色のトナー専用の画像担持体である感光体ドラム 1 a、1 b、1 c、1 d が含まれている。各感光体ドラム 1 a、1 b、1 c、1 d の周囲には、各色トナー専用の画像形成プロセス手段として、それぞれ、例えば 1 次帯電器 2 a、2 b、2 c、2 d、画像露光装置 3 a、3 b、3 c、3 d、現像器 4 a、4 b、4 c、4 d、クリーナ 5 a、5 b、5 c、5 d などが配置されている。

【 0 0 5 0 】

また、各画像形成部 P a ～ P d の各感光体ドラム 1 a ～ 1 d の下方を通るように記録材 P を担持する、本例では無端移動する転写ベルト 8 が、周知の態様で複数のローラ間に張架されて設けられている。転写ベルト 8 に囲まれた領域内の、転写ベルト 8 を挟んで各感光体ドラム 1 a、1 b、1 c、1 d の下面に対向する位置には、転写帯電手段 6 a、6 b、6 c、6 d がそれぞれ配設されている。また、転写ベルト 8 の、図 2 における右方には給紙部が、その反対側、すなわち図 2 における左方には定着器 7 がそれぞれ配置されている。さらに、給紙部と転写ベルト 8 との間には、タイミングを取って記録材 P を給送するための一対のレジストローラ 1 3 が配置されている。

【 0 0 5 1 】

次に、この画像形成装置の動作について説明する。

【0052】

図2に矢印で示すように、各感光体ドラム1a～1dは時計方向に回転駆動され、転写ベルト8は反時計方向に循環される。

【0053】

第1の画像形成部Paでは、感光体ドラム1aの表面が1次帯電器2aによって一様に帯電され、原稿画像の、例えばイエロー色成分の画像情報を走査して得られたイエロー色成分の画像が、帯電された表面に対してレーザビームなどにより照射され、静電潜像が形成される。この静電潜像上に、現像器3aによってイエロートナーが付着されてイエローの可視画像が形成される。

【0054】

一方記録材Pは、給紙部より送り出され、レジストローラ13にその先端を僅かに挟まれたところでいったん停止され、第1の画像形成部Paでの画像形成プロセスとタイミングを合わせて送り出され、転写ベルト8上に給紙される。

【0055】

そして記録材Pは転写ベルト8上に担持されて搬送され、第1の画像形成部Paの感光体ドラム1aの下側の転写領域において、感光体ドラム1a上に形成されたイエローの可視画像、すなわちトナー像が、転写帯電手段6aの作用により記録材P上に転写される。

【0056】

このようにイエロートナー像が記録材P上に転写されている間に、第2の画像形成部Pbでは、例えばマゼンタ色成分の静電潜像が形成され、この静電潜像が現像器3bでマゼンタトナー像として現像される。このマゼンタトナー像の形成は、記録材Pが第2の画像形成部Pbの感光体ドラム1bの下側の転写領域に搬送されてきたときに、このマゼンタトナー像が転写領域に移動するように、タイミングを取って行われる。こうして、記録材P上には、転写帯電手段6bの作用により、マゼンタトナー像が、記録材P上のイエロートナー像の上に重なった状態になるように転写される。

【0057】



以下、第3、第4の画像形成部Pc、Pdにおいても、第1および第2の画像形成部Pa、Pbと同様に、例えばシアン、ブラックの各トナー像が順次形成され、これらのトナー像が、転写ベルト8によって搬送される記録材P上に順次多重転写される。

【0058】

転写が終了した各画像形成部Pa～Pdの各感光体ドラム1a～1dの表面からクリーナ5a～5dによって残留トナーが除去され、引き続き行なわれる次の潜像形成に備えられる。一方記録材Pは、トナー像の多重転写プロセスが終了すると転写ベルト8から分離されて定着器7に送られ、ここで多重転写されたトナー像を一括して定着処理することによって所望のフルカラー画像が得られる。

【0059】

(a-Si感光体)

次に、電子写真方式の画像形成装置に用いられる一般的な感光体300について、図3の概略構成図を参照して説明する。

【0060】

図3は円柱状の感光体の表面付近の一部を切り取って側面を示したものである。この感光体300は、感光体用の基体301と、基体301上に設けられたa-Si:H、Xからなる感光層302とを有している。感光層302上には必要に応じてa-Si:H、Xまたはa-SiC:H、Xからなる中間層または第2表面層303が設けられる。さらに最外周面にはa-SiC:H、Xまたはa-C:H、Xからなる表面層304が設けられる。

【0061】

a-Si:Hを用いた画像形成装置用の感光体300は、一般的には、導電性の基体301を50℃～400℃に加熱し、基体301上に真空蒸着法、スパッタリング法、イオンプレーティング法、熱CVD (Chemical Vapor Deposition) 法、光CVD法、プラズマCVD法 (以下、「PCVD法」と称する) などの成膜法によりa-Siからなる光導電層を形成して製造される。なかでもPCVD法、すなわち、原料ガスを直流または高周波あるいはマイクロ波のグロー放電によって分解し、分解された原料ガスを基体301上に堆積させてa-Si堆積

膜を形成する方法が好適な手法として実用に付されている。

【 0 0 6 2 】

(本発明に用いた感光体の製造方法)

本発明では、感光体ドラムに、 $a-Si$  感光層を高周波プラズマCVD (PCVD) 法により成膜した $a-Si$  感光体を用いた。図4に、本発明に用いた感光体の製造装置の模式図を示す。この製造装置は、電子写真用感光体の製造に使用する一般的なPCVD装置である。このPCVD装置は、堆積装置400と、不図示の原料ガス供給装置および排気装置とを備えている。

【 0 0 6 3 】

堆積装置400は、縦型の真空容器である反応容器401を有している。反応容器401の側面には、高周波電力が印加される凸部404が設けられている。この反応容器31内の周囲には、縦方向に延びる原料ガス導入管403が複数本設けられており、ガス導入管403の側面には、長手方向に沿って多数の細孔が設けられている。反応容器401内の中心には、螺旋状に巻かれているヒータ402が縦方向に延在して設けられている。反応容器401の上部には、感光体ドラム1の基体となる円筒状の基体412を反応容器401内に挿入するために開閉可能な蓋401aが設けられている。基体412はヒータ402を内側に囲むように配置される。

【 0 0 6 4 】

反応容器401の下部には、原料ガス導入管33に接続されている原料ガス供給管405が設けられており、供給バルブ406を介して不図示のガス供給装置に接続されている。また、反応容器401の下部には排気管407が取り付けられており、この排気管407はメイン排気バルブ408を介して不図示の排気装置(真空ポンプ)に接続されている。さらに排気管407には、真空計409、サブ排気バルブ410が取り付けられている。

【 0 0 6 5 】

次に、このPCVD装置を用いて $a-Si$  感光層を形成する方法について説明する。

【 0 0 6 6 】

まず、反応容器 4 0 1 内に感光体ドラムの基体となる基体 4 1 2 をセットし、蓋 4 0 1 a を閉じた後、真空容器 3 1 内の空気を不図示の排気装置により排気し、真空容器 4 0 1 内を所定の圧力以下まで減圧する。次に、排気を続けながら、ヒータ 4 0 2 により基体 4 1 2 を内側から加熱して、基体 4 1 2 を 2 0 ° C ~ 4 5 0 ° C の範囲内の所定の温度に保つように制御する。基体 4 1 2 を所定の温度に加熱した後、作製する感光層に応じた所定の原料ガスを、それぞれの原料ガス導入システム毎に設けられている、それぞれの流量制御器（不図示）により所定の流量に調節しながら、導入管 4 0 3 を介して反応容器 4 0 1 内に導入する。導入された原料ガスは、反応容器 4 0 1 内に満たされ、反応容器 4 0 1 内を所定の圧力に保つように排気管 4 0 7 を通して容器 4 0 1 外に排気される。

【 0 0 6 7 】

このようにして、反応容器 4 0 1 内が原料ガスに満たされ、真空計 4 0 9 により反応容器 4 0 1 内の圧力が所定の圧力になって安定したことを確認した後、図示しない高周波電源（周波数 1 3 . 5 6 M H z の R F 帯域、または周波数 5 0 ~ 1 5 0 M H z の V H F 帯域など）から、高周波電力を所望の電力投入量で反応容器 4 0 1 内に導入し、反応容器 4 0 1 内にグロー放電を発生させる。このグロー放電のエネルギーによって原料ガスの成分が分解されてプラズマイオンが生成され、このプラズマ化された原料ガスが基体 4 1 2 の表面に堆積され、珪素を主体とした a - S i 堆積層が形成される。

【 0 0 6 8 】

この際、ガス種、ガス導入量、ガス導入比率、反応容器 4 0 1 内の圧力、基体 4 1 2 の温度、投入電力、堆積膜の膜厚などのパラメータを調整することにより、様々な特性の a - S i 堆積層を形成することができる。このようにして、感光体の電子写真プロセスにおける特性、具体的には電気特性、表面エネルギー、感光体の表面層の表面形状などが所望の特性になるように調整することができる。また、感光体の表面層の表面形状については、基体 4 1 2 の表面形状を変えるなどの補助的な手段も用いられる。また、原料ガス導入管 4 0 3 の長手方向に沿って多数設けられている細孔から反応容器 4 0 1 内に導入される原料ガスの導入量の、原料ガス導入管 4 0 3 長手方向に沿った流量分布、排気管からの排ガスの流

出速度、放電エネルギーなどを調整することによって、基体 4 1 2 上に形成される a-Si 堆積層の特性の、基体 4 1 2 の長手方向に沿った分布を所望の分布に調整することもできる。

【0069】

基体 4 1 2 の表面に形成された a-Si 堆積層が所望の膜厚になった後、高周波電力の供給を止め、供給バルブ 4 0 6 など閉じて反応容器 4 0 1 内への原料ガスの導入を停止し、一層分の a-Si 堆積層の形成を終える。同様の操作を複数回繰り返し、所望の a-Si 堆積層の多層構造を有する a-Si 感光体を形成する。以上のようにして、基体 4 1 2 の表面に多層構造の a-Si 感光層を有する感光体ドラムが製造される。

【0070】

図 3 に示す感光体 3 0 0 の表面層 3 0 4 は、上記のような製造方法により、中心線平均粗さ R a が  $0.01\mu\text{m}$  から  $0.9\mu\text{m}$ 、かつ表面平均傾斜  $\Delta a$  が  $0.001$  以上  $0.06$  以下になるように製造した。

【0071】

ここで、平均傾斜  $\Delta a$  は、小坂研究所社製の表面粗さ測定器 SE-3300 (商品名、1993 年 3 月製造) で測定し、同機の取扱説明書第 8 章「表面粗さの用語とパラメータの定義」8~12 項に記載の平均傾斜の定義に従って算出した。すなわち、図 5 に示した粗さ曲線の平均傾斜  $\Delta a$  は、数 4 により算出される。

【0072】

【数 4】

$$\Delta a = \frac{1}{\ell} \int_0^{\ell} \left| \frac{dy}{dx} \right| dx = \left( \frac{h_1 + h_2 + h_3 + \dots + h_n}{\ell} \right)$$

【0073】

また、中心線平均粗さ R a は J I S 中心線平均粗さであり、表面粗さ測定器 SE-3300 によって、基準長さ  $0.25\text{mm}$  の条件で測定した。

【0074】

このような表面形状とするための調整は、主として感光層 3 0 2 の作成条件を

調整することによって行い、補助的に基体 3 0 1 の表面形状を調整することによって上記の条件を達成した。調整した作製条件は、具体的には、堆積スピード、放電パワー、原料ガス組成、希釈ガス種類などである。

【 0 0 7 5 】

本発明は、上述のように中間転写体 2 0 または転写ベルト 8 を含む構成であり、 $a-Si$  感光体を用いた画像形成装置において、感光体と中間転写体 2 0 または転写ベルト 8 との当接部周りの構成および当接状態を適切にすることを主要な特徴とする。そこで、以下の実験例 1 ～ 4 により、当接部周りの構成および当接状態に関する検討結果について説明する。

【 0 0 7 6 】

〔実験例 1〕（動摩擦力および動摩擦の標準偏差係数）

まずはじめに、本発明の当接状態を規定する要素の 1 つである、動摩擦の標準偏差係数の測定法について説明する。図 6、7 に摩擦評価装置の概略構成図を示す。

【 0 0 7 7 】

図 6 は、感光体 6 0 1 と中間転写体 6 0 2 との間の摩擦評価装置を示している。感光体 6 0 1 は水平な軸の周りに回転可能なように支持されており、その周りには、帯電器 6 0 5、露光系 6 0 6、現像器 6 0 7 がそれぞれ適宜な角度位置に設けられている。中間転写体 6 0 2 は、水平な軸の周りに回転可能なようにホルダー 6 0 3 に支持されている。

【 0 0 7 8 】

ホルダー 6 0 3 は、バランスアームにより、負荷が加わっていない状態で水平に感光体 6 0 1 に接するように調整されている。ホルダー 6 0 3 は上皿を有しており、この上皿に加える負荷を調節することにより、感光体 6 0 1 と中間転写体 6 0 2 との間の当接圧を調節できる。ホルダー 6 0 3 には、感光体 6 0 1 と中間転写体 6 0 2 の回転軸に垂直な水平方向に（図 6 の左右方向に）加わる力を検出する荷重変換器 6 0 4 がさらに設けられている。

【 0 0 7 9 】

また、中間転写部材と感光体の当接部の温度をモニターする非接触方式の温度

計（不図示）が設けられている。さらに必要に応じて、不図示の潤滑剤供給用部材やクリーニングローラなどの部材を設置してもよい。

【0080】

荷重変換器604は、動歪みアンプを介して、オシロスコープ、コンピューターなどの外部機器に接続されている。本実験例では、歪みアンプとして、新東科学社製の動歪みアンプHEIDON 3K-84A（商品名）を用い、また荷重変換器604として、新東科学社製の動歪みゲージ、トライボギアHEIDON-14（商品名）を改造した装置を用いた。

【0081】

次に、この摩擦評価装置による摩擦測定方法について説明する。

【0082】

まずホルダー603の上皿に重りを載せて負荷を加え、感光体601と中間転写部材602との当接圧を調節する。次に、不図示の駆動系により、感光体601を、図6の矢印で示すように時計回りに所定の速度で一定時間回転させる。この際、中間転写体602は、図6の矢印で示すように反時計回りに回転される。このようにして、回転開始時から定常速度での回転時までの間に互って、加わる力を荷重変換器604、704により検出して、摩擦力を評価する。

【0083】

図7は感光体701と転写ベルト702との間の摩擦評価装置を示している。感光体701には、循環移動できるようにホルダー703に保持された所定長の転写ベルト702が当接されている。ホルダー703には、図6に示した感光体601と中間転写体602との間の摩擦評価装置と同様に、感光体701と転写ベルト702との当接圧を調節するための上皿と、摩擦力を検出するための荷重変換器704とが設けられている。また、帯電器705、露光系706、現像器707などの構成も図6の摩擦評価装置と同様である。

【0084】

図7に示す摩擦評価装置により、図6に示す摩擦評価装置と同様に、感光体701と転写ベルト702との当接圧を調節して、感光体701と転写ベルト702との間の摩擦力を評価できる。

## 【 0 0 8 5 】

次に図 8 (A) に、摩擦力の検出例を示す。図 8 (A) に示すように、抗力、すなわち負荷を加えて中間転写体 6 0 2 または転写ベルト 7 0 2 を感光体 6 0 1, 7 0 1 に当接した状態で、感光体 6 0 1, 7 0 1 を駆動すると、駆動開始直後に摩擦力が最大の値になる。この時の摩擦力が最大静止摩擦力である。その後、感光体 6 0 1, 7 0 1 と中間転写体 6 0 2 または転写ベルト 7 0 2 とが所定の相対速度で駆動される定常回転時においては、摩擦力はほぼ一定の値になる。この際の摩擦力の平均値を本明細書中では動摩擦力と称する。

## 【 0 0 8 6 】

感光体 6 0 1 と不図示のクリーニング部材の表面粗さ、トナーなどの凝着などの感光体 6 0 1 の表面状態にもよるが、定常回転状態において、摩擦力は必ずしも一定の値に安定せず、微小な変動を伴う。この定常回転状態での摩擦力、すなわち動摩擦力のばらつきを評価する値として標準偏差を算出し、本明細書中ではこの値を動摩擦偏差と称する。

## 【 0 0 8 7 】

このようにして求められる最大静止摩擦力、動摩擦力、および動摩擦力偏差について、ホルダー 6 0 3、7 0 3 の上皿に加える負荷を変えて感光体 6 0 1, 7 0 1 と中間転写体 6 0 2 または転写ベルト 7 0 2 との当接圧を変化させて測定を行い、当接圧に対する依存性を求めた。その結果を図 8 (B) に示す。なお、図 8 (B) の横軸には、当接面の長手方向の単位長さ当りの当接圧（以下、当接線圧と称する）をとっている。

## 【 0 0 8 8 】

図 8 (B) に示すように、当接部の長さ当りの最大静止摩擦力、動摩擦力、および動摩擦偏差は、当接線圧にほぼ比例しており、この際の比例係数（図 8 (B) の直線の傾きに対応）をそれぞれ、静止摩擦係数、動摩擦係数、動摩擦偏差係数と称する。

## 【 0 0 8 9 】

ここで、動摩擦偏差は、中間転写体 6 0 2 または転写ベルト 7 0 2 と感光体 6 0 1, 7 0 1 との当接部での摩擦力の変動の大きさを意味し、動摩擦偏差が小さ

いという事は、当接部において、中間転写体 6 0 2 または転写ベルト 7 0 2 のバタツキや引っ掛かりなどが生じること無く、スムーズな摺擦がなされているという事を意味している。また、動摩擦偏差係数が小さければ、当接圧をある程度高くしても動摩擦偏差があまり大きくなり、スムーズな摺擦がなされる。また、摩擦係数は、転写性や耐久性、設計上のラチチュードに関わる特性値の 1 つである。

## 【 0 0 9 0 】

図 6, 7 の摩擦評価装置を、内部の環境を所望の状態に制御可能な周知の環境試験箱、または環境試験室内に設置し、摩擦評価装置の設置環境を所定の温度湿度に設定した後、24 時間以上放置して感光体やクリーニング部材などを設定環境に合った状態にしてから、上記のように摩擦係数、動摩擦偏差係数を測定することにより温度依存性などの特性を評価できる。

## 【 0 0 9 1 】

以降、環境は特に断らない場合、23℃、50%RH を基準とし、必要に応じて温度、湿度を変化させる。

## 【 0 0 9 2 】

なお、摩擦評価装置の形態は、本実験例に制限されることはなく、上記のような測定を実施できる物であればよい。例えば、摩擦力の評価用に周知のピエゾ素子や歪みゲージなどを使用してもよいし、また、例えば周知の電子写真装置に組込んだ装置によって測定を行ってもよい。

## 【 0 0 9 3 】

このような摩擦評価実験を、中間転写体 6 0 2 および転写ベルト 7 0 2 に種々のものを使用して、後述する融着評価とともに繰り返し実施した。この結果、本発明者らは、中間転写体 6 0 2 または転写ベルト 7 0 2 が感光体 6 0 1, 7 0 1 の表面に対して当接剥離を繰り返すことにより発生する微少振動の大きさに相関する値である動摩擦偏差が動摩擦力より小さい範囲にある場合に、融着の発生が抑えられていることを見出した。さらに、動摩擦偏差係数が 0.1 以下である場合に、融着の発生を良好に抑えることができた。

## 【 0 0 9 4 】



また、環境温度を変化させて実験を行った結果、温度を15℃から60℃まで変化させた際の動摩擦偏差係数の変動幅が0.02以下である場合に、融着の発生を良好に抑えることができた。

## 【0095】

さらに、感光体601, 701の表面層材料に、主成分が珪素および／または炭素である非晶質物質、例えば、 $a-SiC:H$ 、 $a-C:H$ 、 $a-C:H:F$ を用い、摩擦係数の、温度を15℃から60℃まで変化させた際の変動幅が0.01以下の条件を満たす場合に、融着の発生をきわめて良好に抑えることができた。

## 【0096】

〔実験例2〕（指数関数裾の特性エネルギー $E_u$ と、感光体の帯電能の温度特性）

感光体の電氣的特性については、環境の変化による変動が小さい事が好ましい。具体的には、温度変化時の帯電能の変化率（以下、「温度特性」と称する）が $\pm 2V/^\circ C$ 以内であることが好ましい。このようにすることにより、潜像形成、トナー像形成に関する感光体の特性が環境に大きな影響を受けずに安定する。そして、この条件を満たす感光体を用いることにより、高い画質の画像を安定して良好に形成可能な画像形成装置を構成でき、また転写残トナーの状態など、クリーニングに関する条件も安定する。

## 【0097】

また、この帯電能の変化は、トナーの感光体表面への付着力の変化をもたらすものであり、感光体表面に形成されたトナー像の、中間転写体または転写ベルトに保持された記録材への転写の特性に影響する。本発明者らは、感光体と中間転写体または転写ベルトとの当接部における融着に関して、この帯電能の温度依存性の、トナーの感光体表面への付着力の変化への影響を無視できないことを見出した。すなわち、温度変化時の帯電能の変化率を小さく抑えることは、感光体と中間転写体または転写ベルトとの当接部における融着を抑止する上でも好ましい。

## 【0098】

帯電能の温度特性を制御する方法として、感光体の指数関数裾（アーバックテール）の特性エネルギー  $E_u$  を制御することも有効である。

【0099】

一般に  $a-Si$  のサブギャップ光吸収スペクトルは大きく二つの部分、すなわち、光の吸収係数  $\alpha$  が光子エネルギー  $h\nu$  に対して指数関数的、すなわち実質的に直線的に変化する部分（指数関数裾またはアーバックテール）と、 $\alpha$  が  $h\nu$  に対しより緩やかな依存性を示す部分とに分けられる。前者の直線領域は、 $a-Si$  中の価電子帯側のテイル準位から伝導帯側の準位への光学遷移によって光吸収が行われる領域に対応し、直線領域での、吸収係数  $\alpha$  の  $h\nu$  に対する指数関数的依存性は次式で表される。

【0100】

$$\alpha = \alpha_0 \exp(h\nu / E_u)$$

この両辺の対数をとると

$$\ln \alpha = (1 / E_u) \cdot h\nu + \alpha_1$$

（ただし、 $\alpha_1 = \ln \alpha_0$ ）

となり、すなわち特性エネルギー  $E_u$  の逆数  $(1 / E_u)$  が直線領域の傾きを表すことになる。 $E_u$  は価電子帯側のテイル準位の指数関数的エネルギー分布の特性エネルギーに相当するため、 $E_u$  が小さいということは価電子帯側のテイル準位が少ないということを意味する。

【0101】

このようなバンドギャップ中の局在準位の状態を測定する方法としては、一般に、深準位分光法、等温容量過渡分光法、光熱偏向分光法、光音響分光法、一定光電流法などが用いられている。中でも一定光電流法（Constant Photocurrent Method：以後、「CPM」と略記する）は、 $a-Si:H$  の局在準位にもとづくサブギャップ光吸収スペクトルを簡便に測定する方法として有用である。本実験例における測定は、このCPMによって行った。CPMは、所定の波長の光を、薄膜サンプルの光電流が一定となるように光量を変化させて照射し、サンプルのエネルギー準位を測定する方法である。

【0102】

本実験例においては、指数関数データの特性エネルギー  $E_u$  を測定するために、以下のような評価用感光体を作成した。すなわち、前述の成膜装置を用い、評価する感光体の製造方法と同等の方法によって、円筒形のサンプルホルダーに設置したガラス基板（コーニング社製 7059：商品名）ならびに Si ウエハー上に、光導電層の作成条件で膜厚約  $1\ \mu\text{m}$  の a-Si 膜サンプルを堆積させた。ガラス基板上に形成した堆積膜サンプルに特性エネルギー  $E_u$  の測定用の Al の串型電極を蒸着させ評価用感光体とした。そして、日本分光社製の分光光度計 SS-25GD（商品名）、NF回路社製の電流印加アンプ LI-76（商品名）、同社製のロックインアンプ 5610B（商品名）を使用して評価を行った。

## 【0103】

一方、温度特性評価用の電子写真方式の画像形成装置としては、キャノン社製 NP6750（商品名）に別途 NP6750 内蔵の感光体表面電位センサーを改造したものを設置するなどして、電気特性評価用に改造した画像形成装置を用いた。さらに感光体ヒータを改造して、感光体の温度を可変に出来るようにしたり、非接触温度計を設置したりなどの準備をした。

## 【0104】

温度特性については、画像を形成するための光線を照射しない状態での感光体表面の電位（暗電位： $V_d$ ）を、感光体表面温度を  $15^\circ\text{C} \sim 50^\circ\text{C}$  まで変化させて測定し、これを帯電能と評価して、このときの温度  $1^\circ\text{C}$  当たりの帯電能の変化率を測定した。結果を図 9 に示す。

## 【0105】

図 9 に示す結果から、 $E_u$  が  $50 \sim 70\text{ meV}$  のときに、温度特性を  $\pm 2\text{ V}/^\circ\text{C}$  以内の良好な特性にできる事が判明した。 $65\text{ meV}$  以下の範囲がより好ましく、この時温度特性を  $\pm 1.5\text{ V}/^\circ\text{C}$  以内にできる。なお、 $E_u$  が  $50\text{ meV}$  より小さい感光体を作成しようとする、成膜速度が遅くなってしまい、実用上、成膜させることが困難であるため、 $E_u$  の下限を  $50\text{ meV}$  とした。

## 【0106】

## 〔実験例 3〕（融着）

融着の評価に用いた電子写真方式の画像形成装置を図 10 に示す。この画像形

成装置には、転写ベルト208が円筒状のa-Si感光体201の下面に当接して循環可能なように支持されている。

【0107】

a-Si感光体201の周りには、主帯電器202、レーザー光がレーザー光学系210から折り返しミラー216を経て感光体に照射される画像露光部203、現像器204が設けられている。さらに、次工程のために転写残トナーを除去する、クリーニングブレード220およびクリーニングブラシ221を有するクリーナ207、感光体表面の帯電を除去する除電光照射器209が設けられている。クリーニングブレード220やクリーニングブラシ221には、一般に熱可塑性樹脂の弾性材が用いられる。

【0108】

転写ベルト208の循環経路の一方の端部、図10の右方には、記録材Pを導く給紙ガイド219、転写ベルト208への供給タイミングを調整して記録材Pを供給するレジストローラ222を有する給紙系205が設けられている。転写ベルト208の循環経路のもう一方の端部には、記録材P上にトナー像を定着させて記録材Pを装置外に導く定着ローラ224を有する定着器223が設けられている。

【0109】

このように実際に記録材P上に画像を形成可能な画像形成装置を用い、トナーとしてはキヤノン社製NP6750用のトナーを使用し、転写ベルト208の部材としては、転写ブレードを含む、実験例1と同様の種々のものを使用した。感光体としては、原料ガスの組成や放電電力などを調整して表面の摩擦特性が異なる感光体を作製した。

【0110】

このような各種の転写ベルト、感光体を用い、転写ベルト208とa-Si感光体201との当接圧を0（調節機構開放）～ $1500\text{ g/cm}^2$ （ $147\text{ kPa}$ ）の間で変化させ、また画像形成装置を環境試験室内に入れて、画像形成装置の設置環境を $10^\circ\text{C}$ 、 $15\%$ の低温低湿環境（以下、「L/L環境」と称する）、 $23^\circ\text{C}$ 、 $50\%$ の通常温度通常湿度環境（以下、「N/N環境」と称する）、

33℃、85%の高温高湿環境（以下、「H/H環境」と称する）にした状態において、通紙耐久試験を行った。この際、L/L環境、N/N環境においては感光体ヒータをOFFとした場合において、H/H環境においては感光体ヒータをOFFとした場合と、感光体ヒータをONにして設定温度を種々の温度に設定した場合とにおいて評価を行った。

## 【0111】

## （融着の判定）

転写残トナーが、クリーニング、回収の工程において感光体表面から除去されず、この工程を繰り返し経ても残留し、感光体表面に固着し、形成画像上に黒スジが発生するようになった状態（本明細書においては、この状態を「融着」が発生した状態と称する。）の判定を行った。この判定は、画像、および感光体表面を観察して表1の判定基準で行った。

## 【0112】

【表1】

	記号	判定基準
非常に良好	◎	感光体表面へのトナー固着無し
良好	○	トナー固着は1.5mm以内且つ3個以内、黒スジ無し
実用上問題なし	△	「良好」の判定基準以上の感光体表面への固着有り、かつ固着に伴う黒スジは1.5mm以内で5個所以内
実用上やや問題あり	×	感光体表面のトナー固着に伴い、「実用上問題なし」の判定基準以上の黒スジ有り

## 【0113】

融着の判定を行った結果を、表2に示す。

## 【0114】

【表 2】

当接圧 感光体	1 g/cm <sup>2</sup> 98.1 Pa	5 490 Pa	20 1960 Pa	50 4900 Pa	100 9.81 kPa	500 49 kPa	1000 98.1 kPa	1200 118 kPa	1500 147 kPa
a-SiN 表面層	△	○	○	○	○	○	○	△	△
a-SiC 表面層	△	○	○	○	○	○	○	△	△
a-C:H 表面層	○	◎	◎	◎	◎	◎	◎	○	△
a-C:H:F 表面層	○	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	○

【0115】

同様に転写ベルト 208 の代わりに中間転写体を用いて実験を行なった結果を、表 3 に示す。

【0116】

【表 3】

当接圧 感光体	1 g/cm <sup>2</sup> 98.1 Pa	5 490 Pa	20 1960 Pa	50 4900 Pa	100 9.81 kPa	500 49 kPa	1000 98.1 kPa	1200 118 kPa	1500 147 kPa
a-SiN 表面層	△	○	○	○	○	○	○	△	△
a-SiC 表面層	△	○	○	○	○	○	○	△	△
a-C:H 表面層	○	◎	◎	◎	◎	◎	◎	○	△
a-C:H:F 表面層	○	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	○

【0117】

この実験の結果、転写ベルト 208 と a-Si 感光体 201 との当接圧を 5 g/cm<sup>2</sup> (0.49 kPa) より小さくした場合には、転写ベルト 208 と a-S

i 感光体201との当接圧不足により転写ベルト208が大きくばたつき、この振動がクリーナ207部分に伝達されてクリーニング不良が発生した。一方、当接圧を $1000\text{ g/cm}^2$ (98.1 kPa)より大きくした場合には、a-Si感光体201と転写ベルト208との間で圧縮されたトナーがa-Si感光体201表面に融着したり、転写ベルト208に変形が生じる、いわゆる「へたり」が生じるなどした。したがって、転写ベルト208とa-Si感光体201との当接圧については、 $5\sim1000\text{ g/cm}^2$ (0.49~98.1 kPa)の範囲が好適である。

#### 【0118】

この実験例において、a-Si感光体201へのクリーニング部材の当接部の温度は大略 $10^{\circ}\text{C}\sim70^{\circ}\text{C}$ であった。

#### 【0119】

前述のように、クリーニングブレード220やクリーニングブラシ221に用いられるクリーニング用の弾性材としては、一般に熱可塑性樹脂が用いられる。このため低温の状態では、この弾性材の硬度が上昇し、また弾性反発力が低下する。このため、本実験例において、温度が $15^{\circ}\text{C}$ 以下の場合、通紙耐久試験中に、クリーニングブレード220に欠けが生じたり、クリーニング部材の当接部をトナーがすり抜けてしまったりしてクリーニング不良などが発生する場合があった。

#### 【0120】

また、a-Si感光体201と転写ベルト208との当接圧を前述の好ましい範囲よりも高くして摩擦力を大きくした場合や、設定温度を高くして感光体ヒータを動作させた場合などでは、温度がかなり上昇する場合があります、クリーニング部材の当接部の温度が $60^{\circ}\text{C}$ 以上の場合には、トナーが感光体表面やクリーニング部材に固着してしまう場合があった。あまり高温になると、トナーが感光体などに固着して画像に出る融着などの発生に対するラチチュードも狭くなり、好ましくない。

#### 【0121】

以上のように、a-Si感光体201へのクリーニング部材の当接部の温度が

15℃～60℃の範囲のときに、良好にクリーニングを行うことができた。したがって、a-Si感光体201と転写ベルト208または中間転写体との当接部の温度については、15℃～60℃の範囲とすることが望ましい。また、前述の実験例2で述べたa-Si感光体の帯電能についても、温度がこの範囲内である時に好適な特性を示す。したがってこのことから、a-Si感光体201と転写ベルト208または中間転写体との当接部の温度をこの範囲にすることが望ましい。

## 【0122】

## [実験例4] (表面層構成)

本発明者らは、感光体に、珪素および／または炭素を主成分とする非晶質体、特に、炭素の含有率が高いa-SiC:H, X、またはa-C:H, Xを主体とする表面層を設けることによって、感光体と中間転写体または転写ベルトとの当接部で発生するビビリ振動の振動量を抑えることができ、また感光体表面へのトナーの融着を有効に防止できることを見出した。その中でも特に、潤滑性に富むa-C:H, X材料を表面層に用いることにより、この効果を有効に引出すことができる。

## 【0123】

また、中間転写体または転写ベルトと感光体の表面形状について以下のような検討を行った。すなわち、使用前の感光体と通紙耐久試験を行った後の感光体表面をAFM(原子間力顕微鏡)にて観察した。この結果、感光体表面の平均傾斜 $\Delta a$ に対応して、特に凹部で、フィルミング量が異なることを見出した。さらに、このフィルミング量と画像流れの発生との間に相関があることを見出した。このことから、フィルミング膜の形成を抑止することに対して、中間転写体または転写ベルトと感光体の表面形状を調整することが絶大な効果をもたらすことが判明した。すなわち中間転写体または転写ベルトと感光体の表面形状を調整することにより、特に感光体ヒータを装着しない画像形成装置においても、フィルミング膜の形成を抑止することができ、これによって画像流れの発生を抑止できる。

## 【0124】

米国特許5,701,560号明細書(日立工機社)に、a-Si感光体につ



いて、表面粗さを調整することによりクリーニング性を向上させる旨の開示があり、限定的な効果が開示されている。

【0125】

a-SiC:Hの表面層を有する感光体について、感光体表面の中心線粗さ $R_a$ 、平均傾斜 $\Delta a$ を変えたものを用いて、融着の評価を行った。結果を、表4に示す。表4において、評価は、実験例3の表1に示した評価基準と同様の基準で行った。

【0126】

【表4】

$R_a \backslash \Delta a$	0.005	0.01	0.03	0.06	0.10	0.30	0.9	1.2
0.001	$\Delta$	○	○	○	○	○	○	$\Delta$
0.01	$\Delta$	○	○	○	○	○	○	$\Delta$
0.03	$\Delta$	○	○	○	○	○	○	$\Delta$
0.06	$\Delta$	○	○	○	○	○	○	$\Delta$
0.10	$\Delta$	$\Delta$	$\Delta$	$\Delta$	$\Delta$	$\Delta$	$\Delta$	$\Delta$

【0127】

a-Si感光体には、成膜時の基板の傷やゴミを核として直径が数 $\mu\text{m}$ から数百 $\mu\text{m}$ 、高さが数 $\mu\text{m}$ から数十 $\mu\text{m}$ の異常成長突起部分が形成される事が知られている。こうした突起は、中心線粗さ $R_a$ 、平均傾斜 $\Delta a$ を評価する際の代表的な尺度の大きさと、構造の代表的な尺度の大きさの次元が異なる大きな物である。この突起が原因となってフィルミングや融着が発生する場合もある。そこで、特許登録2047474（特公平07-077702）号明細書に開示されているような感光体表面処理方法により、異常成長突起の高さを低くする処理を行った。その結果、このような突起によるフィルミングや融着の発生に関しては、

突起の高さをトナーの粒径と略同一以下、具体的には $5\mu\text{m}$ 以下とすればほとんど発生しないことが判明した。これは、 $\text{a-Si}$ 感光体の表面硬度が高いことも影響して、中間転写体または転写ベルトに引っ掛かる部分が小さくなり、かつ傷の発生が抑止されるため、微少振動およびこの微小振動に起因する融着などが回避されるものと考えられる。

【0128】

研磨処理により、異常成長突起の高さを $5\mu\text{m}$ 以下にした感光体を用いて融着の評価を行った結果を表5に示す。

【0129】

【表5】

$R_a$ $\Delta a$	0.005	0.01	0.03	0.06	0.10	0.30	0.9	1.2
0.001	$\Delta$	$\bigcirc$	$\bigcirc$	$\bigcirc$	$\bigcirc$	$\bigcirc$	$\bigcirc$	$\Delta$
0.01	$\Delta$	$\odot$	$\odot$	$\odot$	$\odot$	$\odot$	$\bigcirc$	$\Delta$
0.03	$\Delta$	$\odot$	$\odot$	$\odot$	$\odot$	$\odot$	$\bigcirc$	$\Delta$
0.06	$\Delta$	$\odot$	$\odot$	$\odot$	$\odot$	$\odot$	$\bigcirc$	$\Delta$
0.10	$\Delta$	$\Delta$	$\Delta$	$\Delta$	$\Delta$	$\Delta$	$\Delta$	$\Delta$

【0130】

表4、5の結果から、 $\text{a-Si}$ 感光体表面の中心線平均粗さ $R_a$ を $0.01\mu\text{m} \sim 0.9\mu\text{m}$ 、かつ平均傾斜 $\Delta a$ を $0.001 \sim 0.06$ とすることにより、良好に融着を抑止できることが分かった。また、異常成長突起の高さを $5\mu\text{m}$ 以下にすることによって、より良好に融着を抑止できることが分かった。

【0131】

以上説明したように、本発明者らは、中間転写体または転写ベルトと $\text{a-Si}$ 感光体とが当接して発生するビビリ振動の大きさに相関する動摩擦偏差が特定の

範囲内になるようにすることにより、振動による転写ぶれを防止でき、また振動エネルギーによって当接部が高温高湿になることを抑止し、感光体へのトナーの融着や画像流れの発生を抑止できることを見出した。さらに a-Si 感光体の表面に、珪素および／または炭素を主成分とする非晶質体を主体とする表面層を設けること、表面形状を好ましく規定すること、感光体の帯電能の温度変化率を特定の範囲に限定すること、感光体と中間転写体または転写ベルトとの当接圧を特定の範囲内に限定することによって、感光体と中間転写体または転写ベルトとの当接部での振動を抑えることができ、また感光体表面へのトナーの融着、異物の付着を抑制でき、画像流れの発生を抑止できることを見出した。

## 【 0 1 3 2 】

なお、デジタルタイプの電子写真装置の画像形成方法は、画像情報と露光部との関係で、大きく分けて 2 つの方式がある。1 つは、画素が形成される部分である画像部を露光するイメージ露光法（以下、I A E と称する）であり、もう 1 つは、画素が形成されない部分である非画像部（背景部）を露光するバックグラウンド露光法（以下、B A E と称する）である。

## 【 0 1 3 3 】

B A E は、アナログタイプの電子写真装置における画像形成方法と同一の方法であり、現像機構、クリーニング機構、現像剤などについてアナログタイプの電子写真装置と共通のものを使用して正現像により画像を形成できるというメリットがある。一方、I A E では、逆極性の現像剤を用いた反転現像を行う必要がある。

## 【 0 1 3 4 】

形成したトナー像を感光体表面から分離して、記録材や中間転写材に転写する際の転写分離性能は、転写効率と分離、再転写の転写電圧などのラチチュードに大きく左右されるものであるが、I A E では非画像部の電位が画像部の電位より高いため転写させにくく、I A E よりも B A E の方が転写させやすい。

## 【 0 1 3 5 】

また、クリーニングを行う際には感光体の電位が減衰しているため、電位の低い部分に現像する方式の I A E では、クリーニング部位で現像剤が感光体表面に

付着しやすい。このため、I A E よりも B A E の方がクリーニングのラチチュードが広い。そこで、本発明の画像形成装置において、露光方式として B A E を用い、正現像により画像形成を行うようにすれば、クリーニングのラチチュードをさらに広くできる。

## 【0136】

次に、以上の実験例から導き出された前述のような好適な条件を満たす画像形成装置について、さらに具体的な実施例を示して説明する。

## 【0137】

## (実施例1)

本実施例では、図1に示したような中間転写体を有する構成の画像形成装置についての例を示す。

## 【0138】

まず、中間転写体の構成方法について説明する。直径182mm、長さ320mm、厚み5mmのアルミニウム製円筒状ローラの表面に、金型を用いて表6に示す配合のゴムコンパウンドをクロスヘッド押し出し成形し、かつ表層を研磨して弾性層を形成した。なお、表6には、NBRを100部として混合割合を質量割合で示している。

## 【0139】

【表6】

配合物	配合割合
NBR (ニトリロゴム)	100部
酸化亜鉛	2部
導電性カーボンプラック	10部
パラフィン系オイル	30部
加硫剤	2部
加硫促進剤	3部

## 【0140】

また、表7に示す配合の塗料をローラの外周面へスプレー塗布して、厚み80 $\mu$ mの被覆層を形成し、その後、90℃で1時間加熱することにより残存溶剤を除去するとともに被膜に架橋を生じさせて強靱な表面層を有する中間転写体を得

た。なお、表 7 には、ポリエステルポリウレタンプレポリマーを 1 0 0 部として混合割合を質量割合で示している。

【0 1 4 1】

【表 7】

配合物	配合の割合
ポリエステルポリウレタンプレポリマー (溶媒含む)	1 0 0 部 (固型分 4 0 質量%)
硬化剤 (溶媒含む)	5 0 部 (固型分 6 0 質量%)
高潤滑性粉体 P T F E 粒子 (粒径 0. 3 $\mu$ m)	2 0 0 部
分散助剤 (低分子量樹脂)	5 部
導電性酸化チタン粒子 (粒径 0. 5 $\mu$ m)	1 0 部
トルエン (溶媒)	8 0 部

【0 1 4 2】

塗料を固化させた後のこの中間転写体の表面層の全構成成分中に占める P T F E 粒子の割合 (重量割合) は約 7 0 % であった。この中間転写体を、温度 2 3  $^{\circ}$ C、湿度 6 5 % の環境下で、3 5 0 mm  $\times$  2 0 0 mm のアルミニウム板上にその転写面を接触させて置き、中間転写体の内面のアルミニウムシリンダーとアルミニウム板との間に 1 k  $\Omega$  の抵抗体を介して高圧電源を接続して 1 k V の電圧を印加し、抵抗体の前後の電位差を測定して電流値に換算し、この印加電圧と電流値とから中間転写体の体積抵抗を求めたところ、 $5. 0 \times 10^7 \Omega$  であった。

【0 1 4 3】

感光体としては、6 2  $\phi$  のアルミニウムシリンダーを基体とし、a - S i C 表面層を設けた a - S i 感光体を用いた。感光体表面の形状は、中心線平均粗さ  $R_a = 0. 21 \mu$ m、平均傾斜  $\Delta a = 0. 02$  とした。

【0 1 4 4】

中間転写体クリーナとしては、導電性カーボンを分散させたウレタンゴムの上層と、メトキシメチル化ナイロンに導電性酸化スズを分散させた被覆層とを有し、約 1 0 8  $\Omega \cdot$  cm の抵抗を有する中抵抗ローラを用い、この中抵抗ローラに + 2. 0 k V のバイアス電圧を印加してクリーニングを行った。

## 【 0 1 4 5 】

静電潜像の形成については、 $a-Si$  感光体上に BAE により解像度  $600\text{ dpi}$  (dot per inch) でレーザー露光を行い、暗部電位  $V_D = 450\text{ V}$ 、明部電位  $V_L = 50\text{ V}$  の静電潜像を形成した。

## 【 0 1 4 6 】

次いで、感光体ドラムと現像スリーブとの間隙 (S-D 間隔) を  $300\text{ }\mu\text{m}$ 、現像磁極を  $80\text{ mT}$  ( $800\text{ G}$ ) とし、トナー規制部材として厚み  $1.0\text{ mm}$ 、自由長  $10\text{ mm}$  のウレタンゴム製ブレードを  $147\text{ N/m}$  ( $15\text{ g/cm}$ ) の当接線圧で当接させた。現像バイアスとして、直流バイアス成分  $V_{dc} = -450\text{ V}$ 、重畳する交流バイアス成分  $V_{p-p} = 1200\text{ V}$ 、 $f = 2000\text{ Hz}$  の電圧を印加した。トナーとしては磁性トナーを用いた。

## 【 0 1 4 7 】

感光体クリーナとしては、厚み  $2.0\text{ mm}$ 、自由長  $8\text{ mm}$  のウレタンゴム製のクリーニングブレードを用い、このクリーニングブレードを  $24.5\text{ N/m}$  ( $25\text{ g/cm}$ ) の当接線圧で当接させてクリーニングを行った。また、プロセススピードは  $94\text{ mm/sec}$  とし、現像スリーブを、現像スリーブ周速  $V_t$  と感光体周速  $V$  との比  $V_t/V = 1.5$  となる周速で順方向に回転させた。

## 【 0 1 4 8 】

以上の条件で画像形成を行い、転写効率、画質、繰り返し複写による耐久性などの評価、確認を行った。

## 【 0 1 4 9 】

第 1 の画像担持体である感光体ドラムから中間転写体への一次転写効率は  $96.5\%$  であり、中間転写体から第 2 の画像担持体である、単位面積当たりの重さが  $80\text{ g/cm}^2$  の紙への二次転写効率は  $97\%$  であった。なお、本明細書において、一次転写効率および二次転写効率は次式により求めた値である。

一次転写効率 = 中間転写体上濃度 / (感光体上転写残濃度 + 中間転写体上濃度)  $\times 100(\%)$

二次転写効率 = 紙上濃度 / (中間転写体上濃度 + 紙上濃度)  $\times 100(\%)$

画像形成試験を繰り返して行ったところ、文字に中抜けが生じることもなく、

細線も良好に出力することができ、塗りつぶし画像についても均一な画質の画像が得られた。1万枚を通紙して耐久試験を行った後も初期と同様の良好な画質が得られ、二次転写効率も95%とほとんど低下が見られなかった。2万枚を通紙して耐久試験を行った後の中間転写体表面を顕微鏡観察しても、トナーによるフィルミングはほぼ全く発生しておらず、良好な結果であった。

## 【0150】

## (実施例2)

本実施例では、図2のような転写ベルトを有する構成の画像形成装置についての例を示す。

## 【0151】

感光体としては、直径62mm、厚さ約3mmのアルミニウムシリンダを基体とし、a-C表面層を設けたa-Si感光体を用いた。感光体表面の形状は、中心線平均粗さ $Ra = 0.03 \mu m$ 、平均傾斜 $\Delta a = 0.03$ とした。この感光体表面に、700nmのピーク波長を主体とした光を照射する発光ダイオードを用いて前露光を行い、680nmのピーク波長を有する半導体レーザーを用いて画像露光を行って静電潜像を形成した。転写ベルトとしては、実施例1と同様の材質で形成したものをを用いた。

## 【0152】

以上のような条件で、2万枚を通紙して耐久試験を行った。耐久試験後の転写ベルト表面を顕微鏡観察しても、トナーによるフィルミングは全く発生しておらず、良好な結果であった。

## 【0153】

## 【発明の効果】

以上説明したように、本発明によれば、第1にビビリ振動を抑制し、転写ずれや感光体表面へのトナー融着や紙粉などの付着に起因する画像流れを防止でき、高い画質の画像を形成することができる。

## 【0154】

第2に、ビビリ振動を抑制できるので、ビビリ振動に起因する中間転写体や転写ベルトの劣化を抑制でき、したがって、これらの部材の寿命を長くすることが

できる。さらに、ビビリ振動に起因する劣化を抑制できるので、種々の材料、構成の転写ベルト、中間転写体を用いることが可能になり、また、これらの部材をより速い速度で駆動させるようにできる。

【0155】

第3に、感光体のヒータ加温を行わなくても、感光体へのトナーの融着や紙粉などの異物の付着を抑制できるので、形成画像の画質を劣化させることなく、感光体のヒータ加温を無くして待機電力を低減することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明の実施形態の、中間転写体を有する、電子写真プロセスを利用したカラー画像形成装置を示す模式図である。

【図2】

本発明の実施形態の、転写ベルトを有する、電子写真プロセスを利用したカラー画像形成装置を示す模式図である。

【図3】

感光体の構成の一例を示す模式図である。

【図4】

感光体の製造装置の一例を示す模式的断面図である。

【図5】

平均傾斜 $\Delta a$ を求める方法を説明するための、粗さ曲線の一例を示すグラフである。

【図6】

実験例1の、感光体と中間転写体との間の摩擦を評価する摩擦評価装置の模式図である。

【図7】

実験例1の、感光体と転写ベルトとの間の摩擦を評価する摩擦評価装置の模式図である。

【図8】

実験例1の摩擦評価の例を示す図であり、図8(A)は摩擦力の経時変化を示



すグラフ、図 8 (B) は当接圧を変化させた時の、摩擦力の変化を示すグラフである。

【図 9】

特性エネルギーを変えた時の、温度特性の変化を示すグラフである。

【図 1 0】

実験例 3 の融着の評価に用いた画像形成装置の模式図である。

【符号の説明】

- 1, 1 a, 1 b, 1 c, 1 d      感光体ドラム
- 2, 2 a, 2 b, 2 c, 2 d      1 次帯電器
- 3      画像露光
- 3 a, 3 b, 3 c, 3 d      画像形成装置
- 4 a, 4 b, 4 c, 4 d      現像器
- 5 a, 5 b, 5 c, 5 d      クリーナー
- 6 a, 6 b, 6 c, 6 d      転写帯電手段
- 7, 1 5      定着器
- 8      転写ベルト
- 9      給紙カセット
- 1 3      転写ベルト
- 1 4      感光体クリーナ
- 2 0      中間転写体
- 2 1      芯金
- 2 2      弾性層
- 2 4      記録材
- 2 5      転写ローラ
- 2 9, 6 1      バイアス電源
- 3 5      中間転写体クリーナ
- 4 1      第 1 現像器
- 4 2      第 2 現像器
- 4 3      第 3 現像器

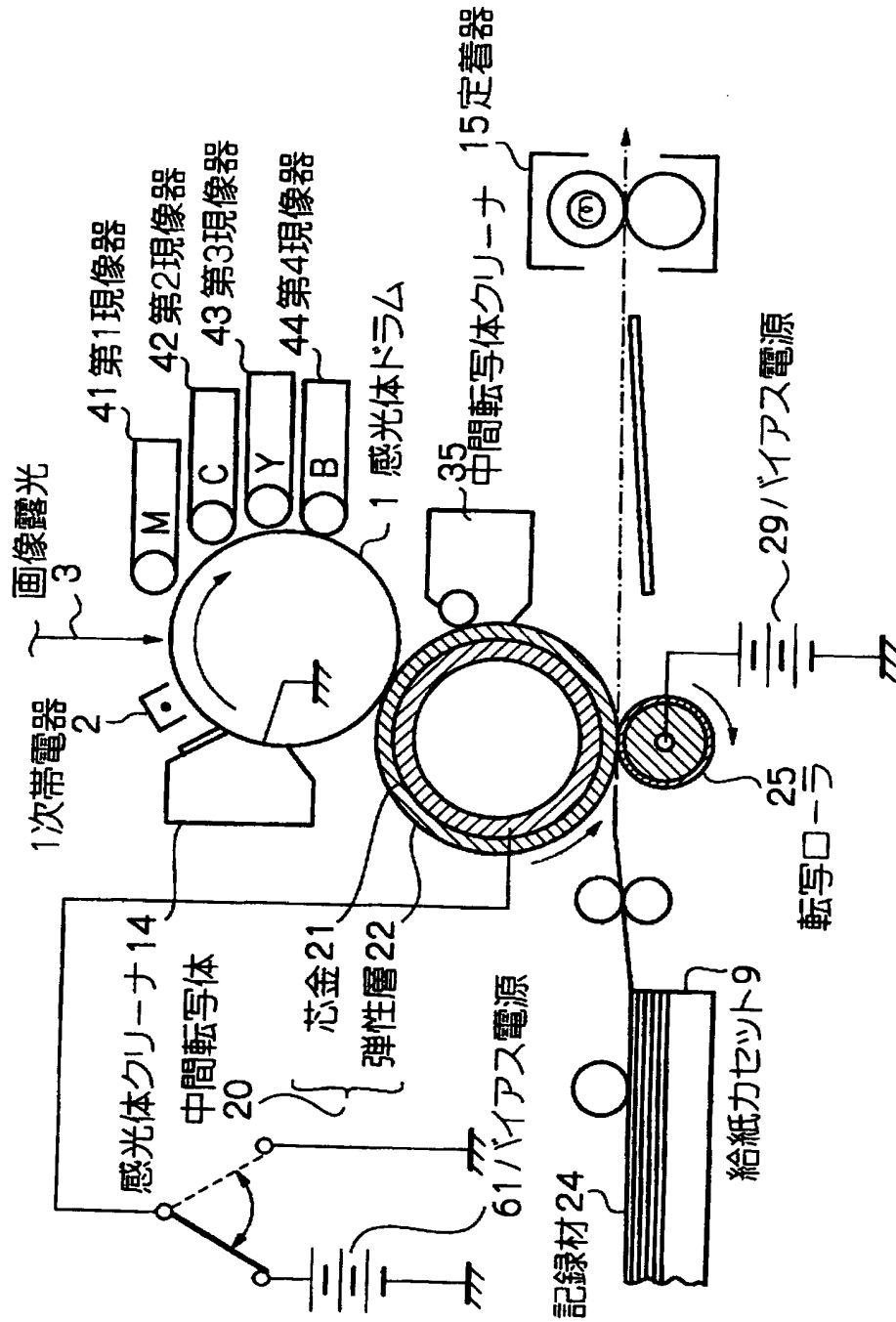
- 4 4 第 4 現像器
- 2 0 1 a - S i 感光体
- 2 0 2 主帯電器
- 2 0 3 画像露光部
- 2 0 4 現像器
- 2 0 5 給紙系
- 2 0 7 クリーナ
- 2 0 8 転写ベルト
- 2 0 9 除電光照射器
- 2 1 0 レーザー光学系
- 2 1 6 折り返しミラー
- 2 1 9 給紙ガイド
- 2 2 0 クリーニングブレード
- 2 2 1 クリーニングブラシ
- 2 2 2 レジストローラ
- 2 2 3 定着器
- 2 2 4 定着ローラ
- 3 0 0 感光体
- 3 0 1 基体
- 3 0 2 感光層
- 3 0 3 第 2 表面層
- 3 0 4 表面層
- 4 0 0 堆積膜形成装置
- 4 0 1 反応容器
- 4 0 1 a 蓋
- 4 0 2 ヒータ
- 4 0 3 原料ガス導入管
- 4 0 4 凸部
- 4 0 5 原料ガス供給管

- 4 0 6 供給バルブ
- 4 0 7 排気管
- 4 0 8 メイン排気バルブ
- 4 0 9 真空計
- 4 1 0 サブ排気バルブ
- 4 1 2 基体
- 6 0 1, 7 0 1 感光体
- 6 0 2 中間転写体
- 6 0 3, 7 0 3 ホルダー
- 6 0 4, 7 0 4 荷重変換器
- 6 0 5, 7 0 5 帯電器
- 6 0 6, 7 0 6 露光系
- 6 0 7, 7 0 7 現像器
- 7 0 2 転写ベルト
- P 記録材
- P a 第 1 の画像形成部
- P b 第 2 の画像形成部
- P c 第 3 の画像形成部
- P d 第 4 の画像形成部

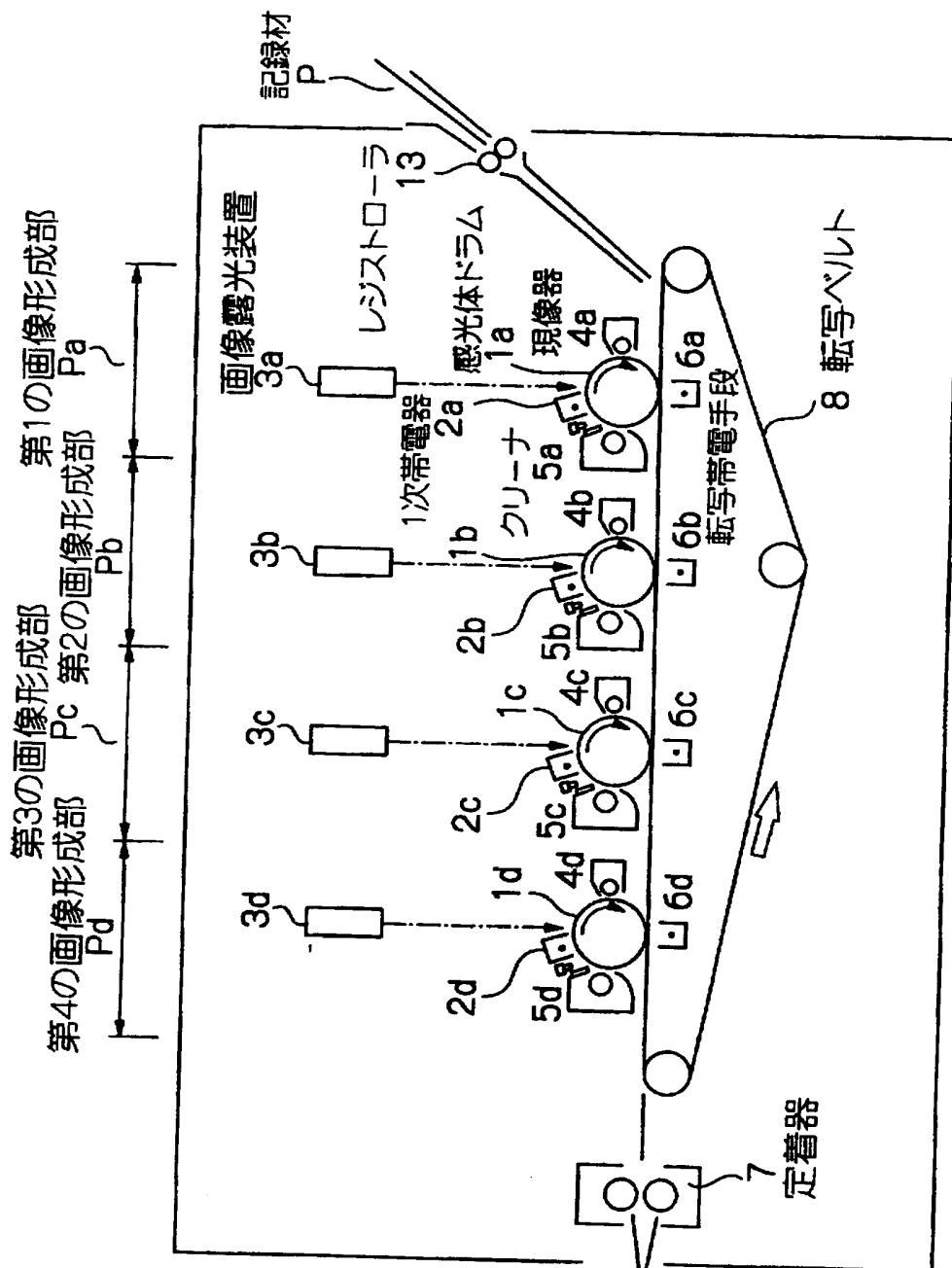
【書類名】

図面

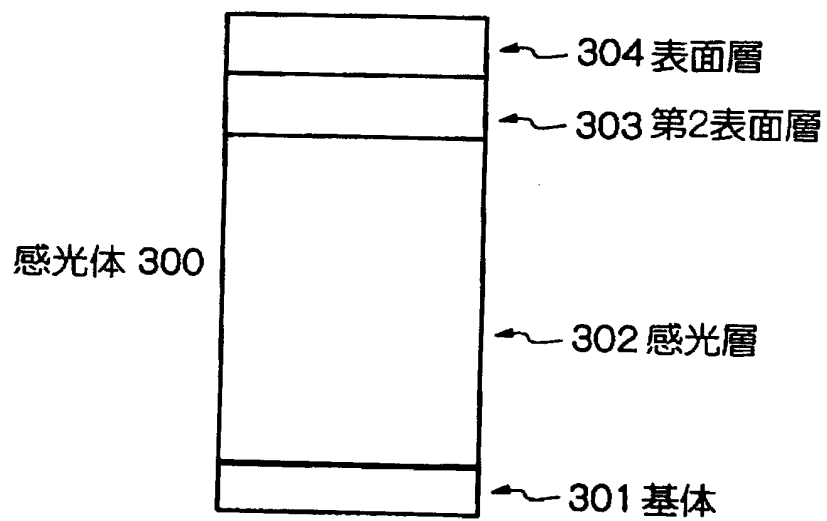
【図 1】



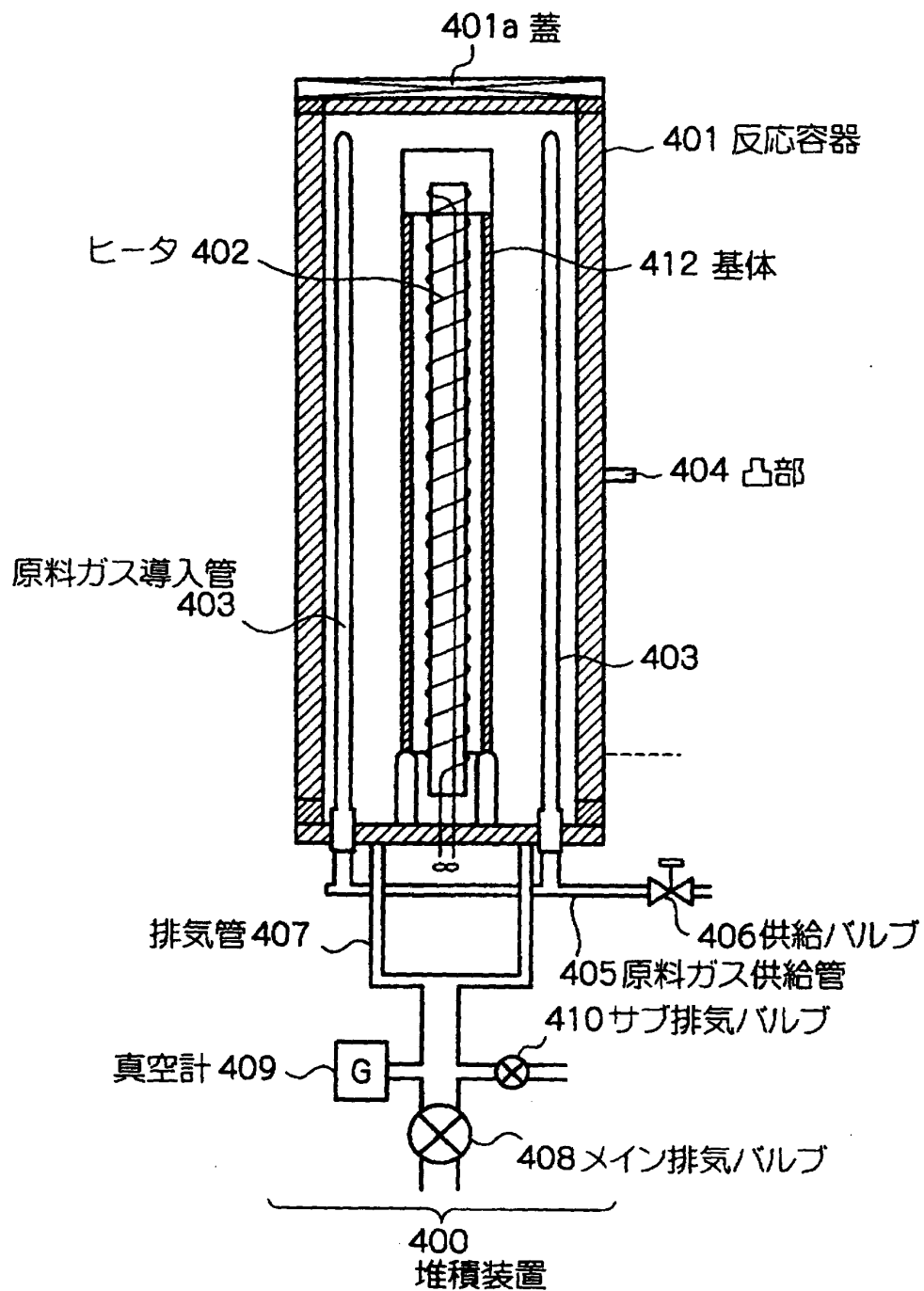
【図2】



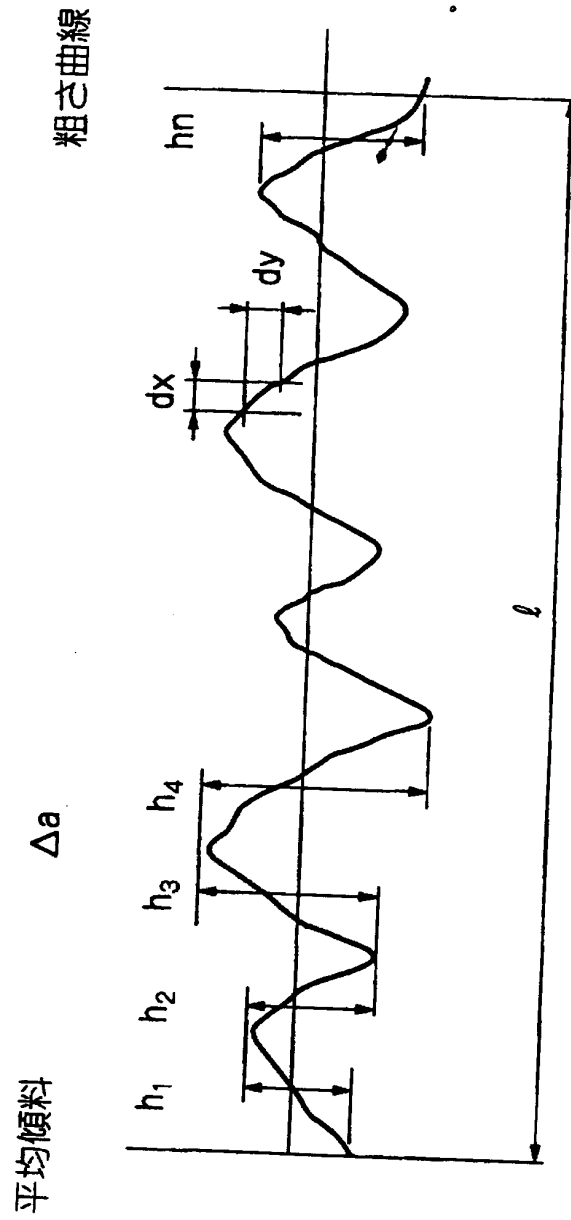
【図 3】



【図4】

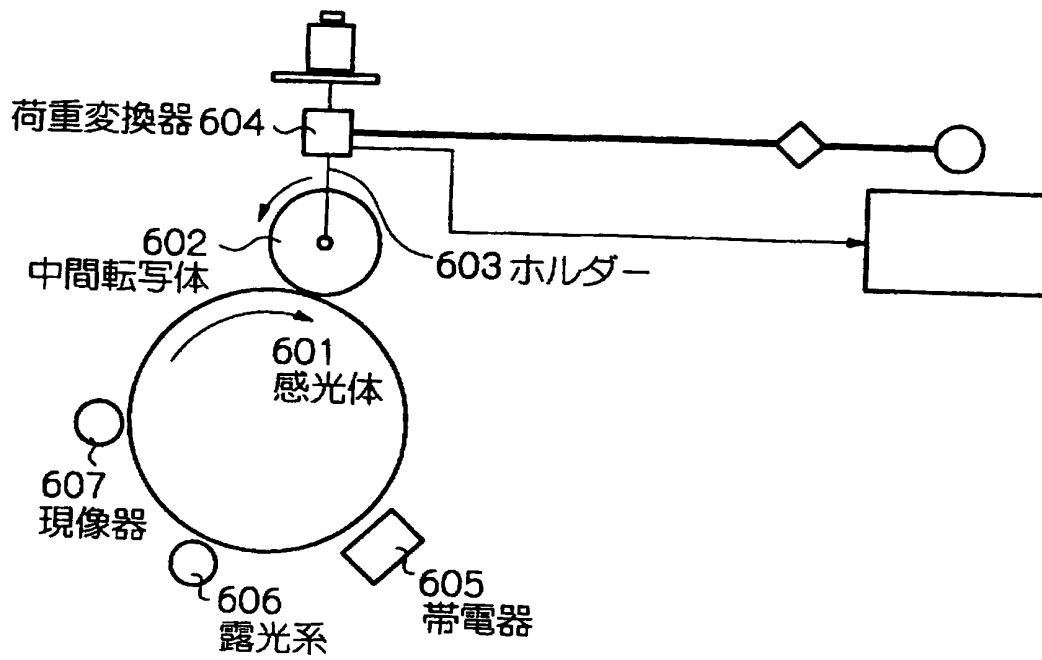


【図 5】

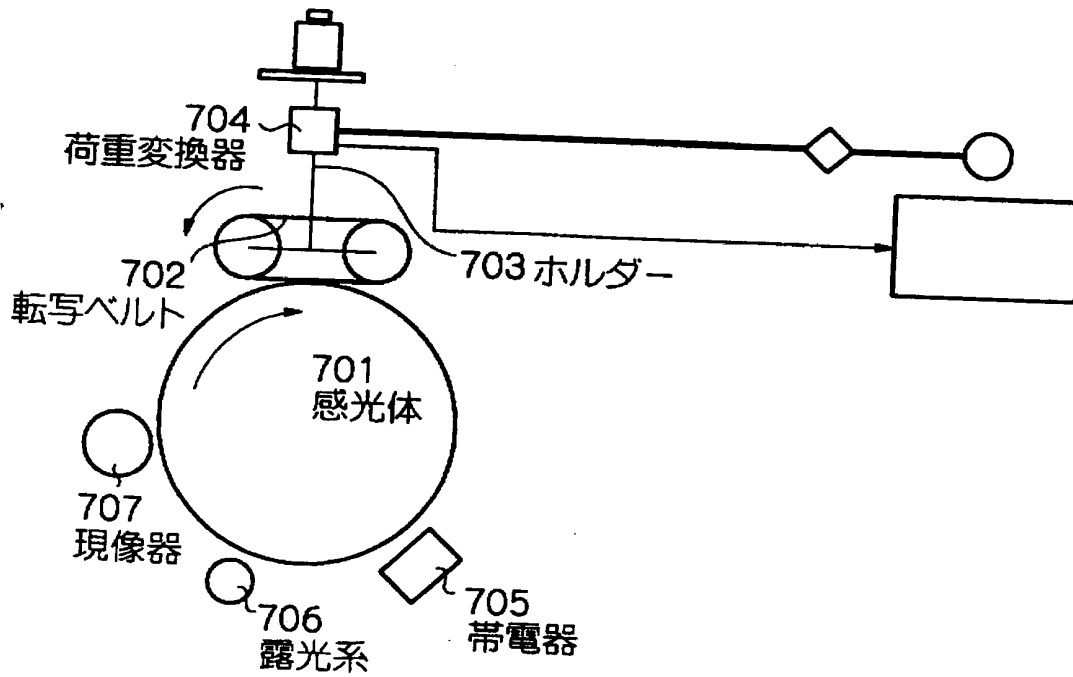




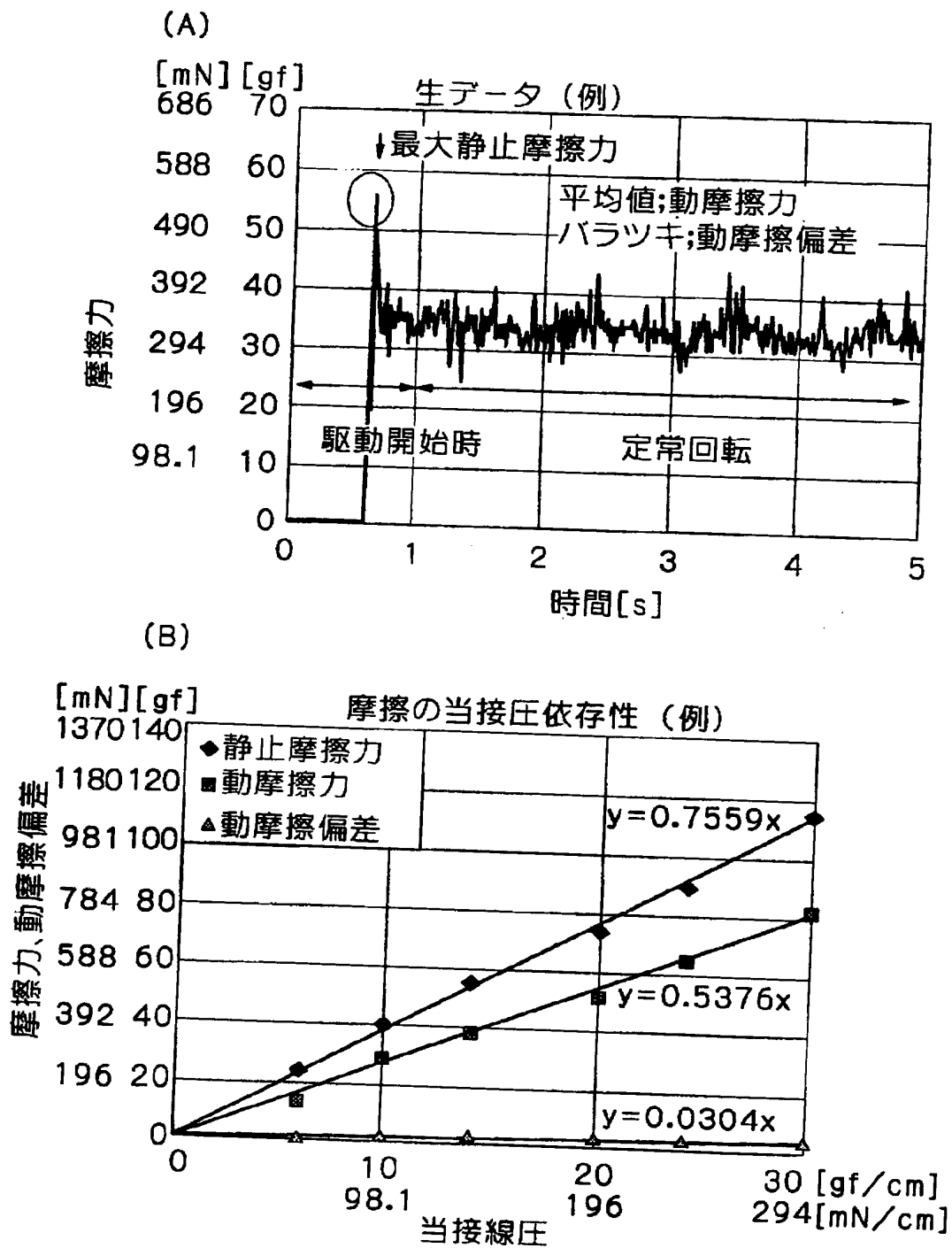
【図 6】



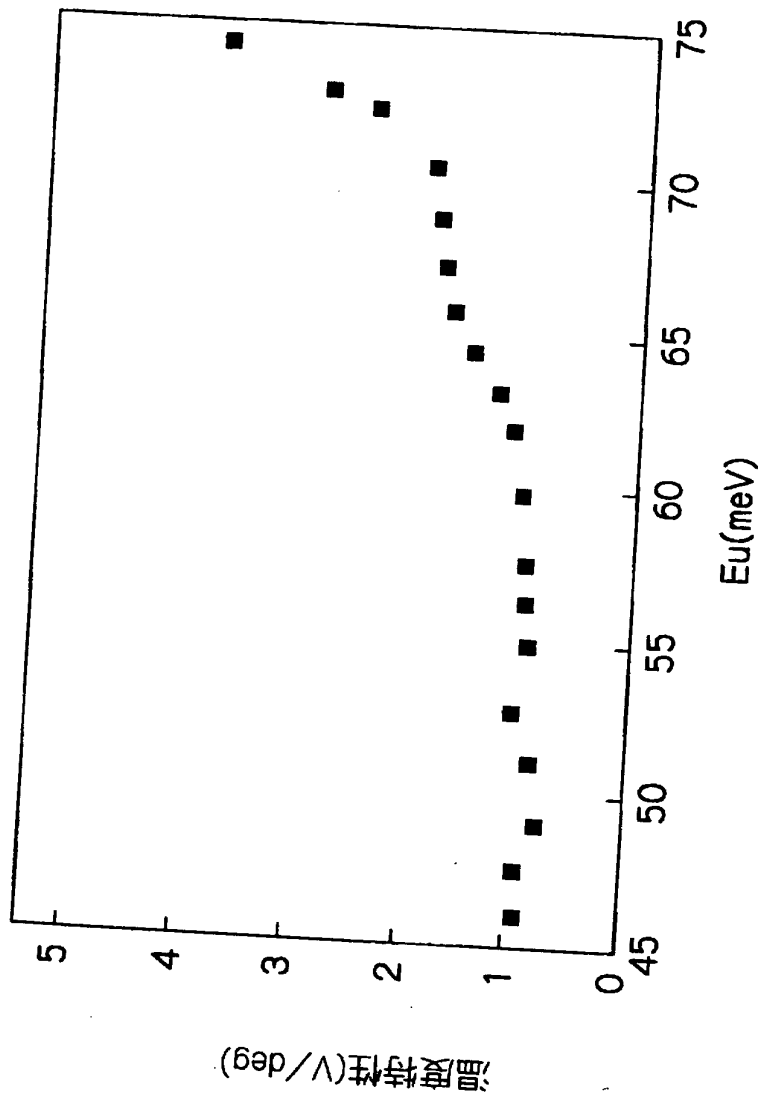
【図 7】



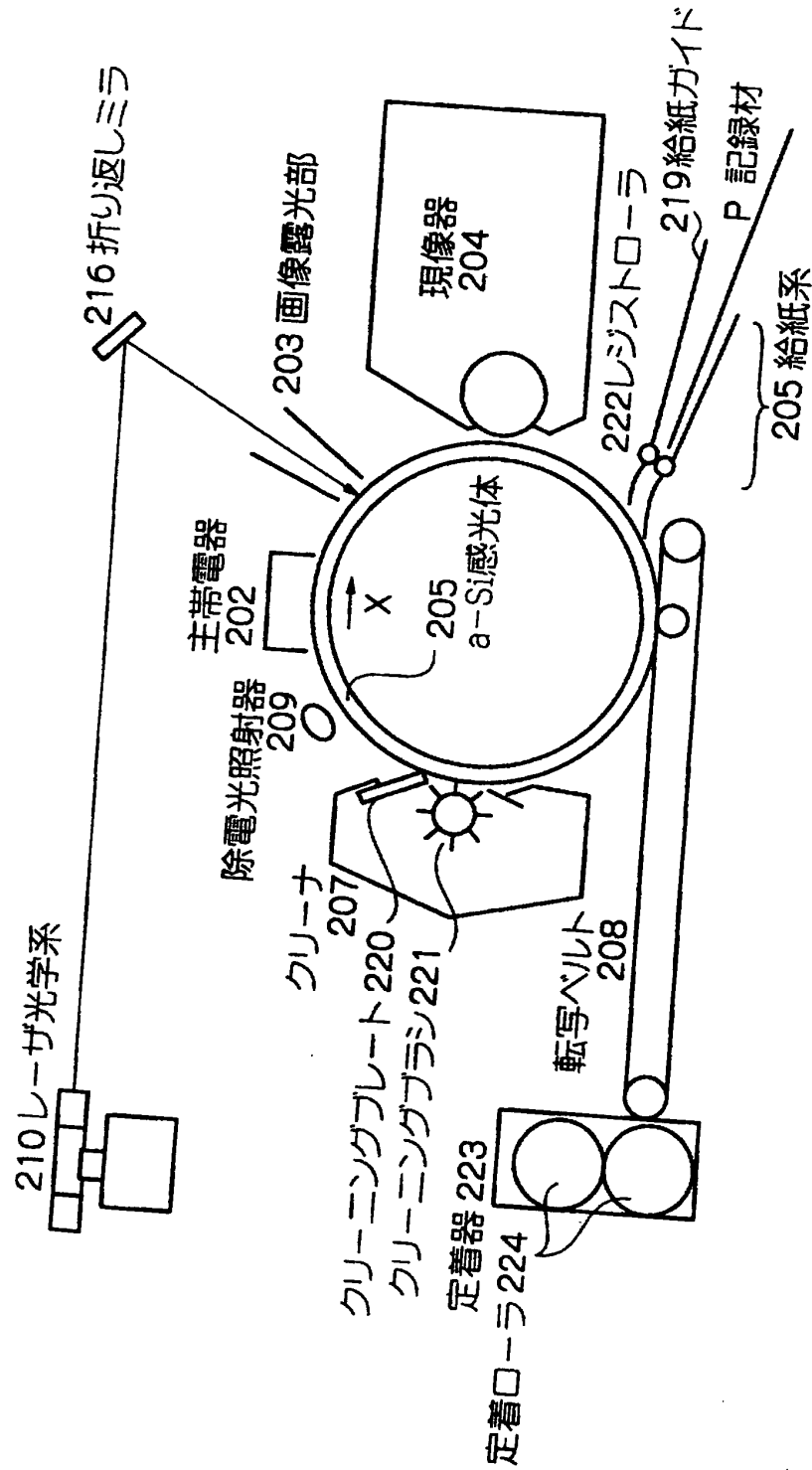
【図 8】



【図9】



【図10】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 転写像がぶれたようになる転写ぶれや画像が流れたように記録される画像流れの発生を抑止する。

【解決手段】 表面に静電潜像が形成され、その静電潜像上にトナー像が形成される感光体ドラム 1 と、トナー像が一旦転写される中間転写体 2 0 とは、所定の当接圧で当接され、定常状態において一定の相対速度を持つように回転する。この当接部では、感光体ドラム 1 と中間転写体 2 0 とが当接、剥離を繰り返すことにより微小振動が発生する。感光体と中間転写体とが当接する部位の温度を 1 5 ～ 6 0 ℃ とし、定常状態において、感光体と中間転写体との間に生じる動摩擦力の標準偏差である動摩擦偏差が、その動摩擦力の平均値より小さくなるようにすることで、微小振動を抑えて、転写ぶれの発生を抑止できる。また、感光体表面へのトナーの融着や異物の付着を抑え、画像流れの発生を抑止できる。

【選択図】 図 1

特2000-140674

出願人履歴情報

識別番号

[000001007]

1. 変更年月日

1990年 8月30日

[変更理由]

新規登録

住所

東京都大田区下丸子3丁目30番2号

氏名

キヤノン株式会社